

Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale ACPUE
Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation ACPEU



L'agroforesterie pour les productions animales

Michel Baumer



International Centre for Research in Agroforestry
Centre international pour la recherche en agroforesterie

L'agroforesterie pour les productions animales

Michel Baumer

"PELAGE - L'Afrique aussi fait partie de ces choses auxquelles je ne crois plus

PROUHEZE - Vous ne croyez plus à votre vocation ?

PELAGE - J'ai été l'ouvrier d'un rêve"

Paul CLAUDEL, Le soulier de satin

Centre technique de Coopération agricole et rurale (ACP-UE)

Le Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA) a été fondé en 1983 dans le cadre de la Convention de Lomé entre les Etats du groupe ACP (Afrique, Caraïbes, Pacifique) et l'Union européenne.

Le CTA a pour mission de fournir des services qui améliorent l'accès des pays ACP à l'information pour le développement agricole et rural, et de renforcer les capacités de ces pays à produire, acquérir, échanger et exploiter l'information dans ce domaine. Les programmes du CTA sont articulés sur trois axes principaux: le renforcement des centres d'information ACP, l'encouragement des contacts et des échanges entre les acteurs du développement rural, et la fourniture d'informations sur demande.

CTA, Postbus 380, 6700 AJ Wageningen, Pays-Bas

Le Centre international pour la recherche en agroforesterie

Le Centre international pour la recherche en agroforesterie (ICRAF), créé en 1977, est une organisation autonome, sans but lucratif, dont l'objectif est de contribuer à atténuer le déboisement des régions tropicales, l'épuisement des terres et la pauvreté des populations rurales par le biais de systèmes agroforestiers améliorés. Son mandat consiste à mener et appuyer la recherche en agroforesterie, cette dernière étant définie comme l'intégration volontaire d'arbres et arbustes dans les systèmes de production agricole et/ou animale.

En mai 1991, l'ICRAF est devenu un membre à part entière du Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI), une association informelle de gouvernements, d'organisations internationales et de fondations privées, qui parraine 16 centres internationaux de recherche agricole dans le monde.

ICRAF, P.O. Box 30677, Nairobi, Kenya

Photo de couverture (A. NJENGA / ICRAF):

Une paysanne kenyane nourrit ses bovins à l'étable avec du brouet de *Leucaena*.

Table des matières

Liste des principales abréviations utilisées.....	9
Préface.....	13
Préambule.....	14
Remerciements.....	15
1. INTRODUCTION.....	17
Caractères de l'agroforesterie.....	19
Classement des systèmes agroforestiers.....	20
Techniques agroforestières.....	24
2. DES ARBRES, ARBUSTES ET ARBRISSEAUX	29
Rôle des ligneux dans l'alimentation des animaux.....	29
Types de végétation.....	35
Ecologie des ligneux.....	39
Végétaux ligneux et production animale.....	41
Physiologie.....	44
Installation.....	48
Croissance.....	50
Fixation d'azote.....	51
Production.....	53
Reproduction.....	53
Feu.....	57
Sécheresse.....	60
Résistance au sel.....	61
Action sur le sol.....	63
Services.....	63
Quelques implications sociologiques.....	68
3. DES ANIMAUX.....	75
Des animaux, pour quoi faire ?.....	77
Distribution des animaux et niches.....	81
Performances.....	84
Vie sauvage et faune.....	89
Modification des communautés végétales par les animaux.....	90
Interactions entre végétaux ligneux et faune sauvage.....	90
Habitudes alimentaires de la faune sauvage.....	90
Origine des mosaïques de végétation.....	92
Complémentarité du brout et de l'herbe.....	92
Le nilgai.....	93
Cervidés d'élevage.....	94
Le bétail d'élevage.....	95
Des animaux adaptés.....	95
Types d'animaux.....	96
Densité des animaux.....	96
Espèces d'arbres et âge des arbres.....	97

TABLE DES MATIERES

Disponibilité d'autres fourrages	97
Petits animaux divers	99
Chenilles	99
Lapins, chinchillas et cobayes	99
Vers de terre	99
Sauterelles et sauteriaux	100
Fourmis	100
Iguanes, lézards et varans	100
Petits rongeurs divers	101
Serpents et grenouilles	101
Animaux de basse-cour	101
Abeilles	102
Abeilles dans des plantations ligneuses industrielles	102
Marché des produits de la ruche	103
Obstacles à l'apiculture	103
Apiculture et agroforesterie	105
Abeilles et pollinisation	105
Sources de nectar et de pollen	107
Termites	110
Coléoptères coprophages et élevage des bovins	110
Vers à soie	111
Pisciculture et mariculture	111
La culture de crevettes dans les racines de palétuviers	112
Les barachois aux Seychelles	112
Pisciculture et agroforesterie dans le Sud-Est asiatique	113
Pisciculture et agroforesterie en Afrique	113
<hr/>	
4. ETUDES DE CAS	115
Amazonie	115
Plantations d'hévéas	118
Plantations de palmiers à huile	120
Côte d'Ivoire	120
Cameroun	121
Nigéria	121
Ghana	122
Plantations de cocotiers et productions animales	122
Autres plantations industrielles et productions animales	123
Agrumes et autres fruitiers	124
Plantations de cactus en Tunisie	124
Le burana dans les caféiers	125
Forêts-jardins de Java et agriforêts	125
Les "niayes" du Sénégal	126
Systèmes agri-sylvipastoraux au Népal	129
Archipel des Comores	130
Oasis du Maroc	130
Terres marginales en Australie	132
Le bocage français	132
Inde	133
Ligneux fourragers des Chagga	133
Chinampas et systèmes comparables	134
Chez les Fur du Jebel Marra (Darfur, Sudan)	136
Vietnam	137
Mini-élevages utilisant des ligneux	137
L'association olivier / céréale / mouton	138

5. BROUT.....	139
Rôle du brouit, qualitatif et quantitatif.....	139
De quelques systèmes agroforestiers portugais.....	145
Production.....	146
Facteurs affectant la production.....	147
Biomasse.....	151
Appétabilité.....	155
Digestibilité.....	159
Valeur fourragère.....	160
Valeur pastorale.....	165
Calcul des rations.....	166
Tables de composition.....	166
Toxines et produits anti-nutritifs.....	166
Capacité de charge.....	168
Les associations à "paraisos" du Paraguay.....	169
Interactions ligneux / herbes.....	170
Les espèces de brouit.....	176
Une espèce très utilisée: le <i>Leucaena</i>	177
Espèces fourragères au Népal.....	179
<i>Pterocarpus lucens</i>	182
Ligneux fourragers au Bangladesh.....	183
Ligneux fourragers en Inde.....	185
Ligneux fourragers en Somalie.....	186
Plantes fourragères ligneuses au Lesotho.....	186
A propos de l'arganier.....	186
Le palmier pejihaye.....	187
Plantes fourragères ligneuses chez les Mbeere du Kenya.....	187
Sous les tropiques humides.....	187
Les <i>Atriplex</i>	188
<i>Gleditschia triacanthos</i>	188
Plantes sciaphiles et systèmes agroforestiers.....	189
Les <i>Prosopis</i>	190
Essais au Cameroun.....	191
Le tagasaste.....	192
Ligneux fourragers du Pakistan.....	192
6. AMENAGEMENT.....	193
Ergonomique.....	193
Gestion des arbres.....	194
Gestion du feu.....	197
Sécheresse.....	199
Humus.....	199
La conduite des arbres.....	200
L'exemple des pays sahéliens.....	200
Autres aménagements.....	201
L'absence d'arbres.....	204
Idéotypes.....	205
Stratégie pour les zones arides et semi-arides du Kenya.....	206
Le problème de la dette.....	207
L'ajustement traditionnel des besoins et des ressources.....	207
Tenure.....	209
Systèmes.....	211
Pâturages complantés d'arbres.....	211
Noyeraies.....	212
Forêt et pâturage.....	213

TABLE DES MATIERES

7. RECOMMANDATIONS.....	217
Le connu et l'inconnu.....	217
Domaines économique et social.....	218
Multiplication des ligneux.....	223
Rôle des mycorhizes.....	223
Cultures de tissus.....	224
Recherches.....	224

ANNEXES

Annexe 1 - Noms botaniques des plantes citées et principaux usages.....	225
Annexe 2 - Vocabulaire avec le sens utilisé dans le présent document.....	253
Annexe 3 - Capacité de charge, mythe ou réalité ?.....	279
Annexe 4 - Vers à soie et mûrier.....	287

INDEX ET LISTES

Index d'idées et de mots clés.....	293
Index géographique.....	303
Liste des tableaux.....	307
Liste des figures et encadrés.....	311

BIBLIOGRAPHIE.....

	313
--	-----

Liste des principales abréviations utilisées

Note de l'auteur: en ce qui concerne les sigles et acronymes, qui constituent les abréviations, nous n'avons pas suivi la règle de l'Imprimerie nationale française, qui emploie dans tous les cas, comme les Américains, des lettres capitales sans points. Conformément à la grammaire, nous avons écrit les acronymes en capitales sans points, mais les autres sigles avec des points. Même si cela les allonge "inutilement et inesthétiquement" (Anon., 1975), nous avons écrit "comme cela se prononce". S'il est courant de dire par exemple UNESCO ou IUFRO, on prononce au contraire les lettres une par une quand on dit U.B.T. ou I.E.M.V.T. et c'est pour cette raison que nous y mettons, logiquement, des points.

A.A.A.S.	Association américaine pour l'avancement des sciences	CATIE	Centre international de recherche et d'enseignement agronomiques, TURRIALBA (Costa Rica)
A.C.C.T.	Agence de coopération culturelle et technique, PARIS (France)	C.B.D.	Cellulose brute digestible
A.D.E.	Fibres de lessives acides	C.C.	Capacité de charge
ADRAF	Agence de développement rural et d'aménagement foncier, PARIS (France)	C.C.E.	Commission des Communautés européennes, BRUXELLES (Belgique)
A.D.S.C.	Association pour le développement de la sériciculture en Cévennes, MONOBIET/SAINT HIPPOLYTE DU FORT, Gard (France)	C.D.S.	Conservation des sols
A.F.P.F.	Association française pour la production fourragère	CEPE	Centre d'études phytosociologiques et écologiques "Louis Emberger" du C.N.R.S., MONTPELLIER (France), devenu CEFE
AFRENA	Réseau de recherche agroforestière pour l'Afrique	CETEF	Centre d'études techniques et économiques forestières
A.F.Z.	Association française de zootechnie	C.F.A.	Comptoirs français d'Afrique
Al	Aluminium	C.G.I.A.R.	Groupe consultatif de la recherche agronomique internationale
ASAL	Programme "Terres arides et semi-arides" (Kenya)	CIAT	Centre international d'agriculture tropicale, CALI (Colombie)
A.S.P.	Agrisylvipastoral	CIDA	Centre international pour le développement agricole (Canada)
A.T.V.F.	Association technique pour la vulgarisation forestière, PARIS (France); devenue I.D.F.	C.I.D.T.	Compagnie ivoirienne de développement des textiles (Côte d'Ivoire)
BAIF	Bharatiya Agro Industries Foundation, PUNA (Inde)	CILF	Conseil international de la langue française, PARIS (France)
BAT	British American Tobacco	CILSS	Comité inter-états de lutte contre la sécheresse au Sahel, OUAGADOUGOU (Burkina Faso)
B.F.T.	"Bois et forêts des tropiques"	CIMMYT	Centre international pour l'amélioration du blé et du maïs
Ca	Calcium	CIPEA	= IJ.CA. Centre international pour l'élevage en Afrique, ADDIS ABEBBA (Ethiopie), devenu ILRI
CABO	Centre pour la recherche agrobiologique, WAGENINGEN (Pays-Bas)		

LISTE DES PRINCIPALES ABREVIATIONS UTILISEES

CIRAD	Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (France)	FAPIS	Formation à l'aménagement pastoral intégré au Sahel, Projet UNESCO à DAKAR (Sénégal)
C.N.R.S.	Centre national de la recherche scientifique (France)	FB.	Fibres brutes
Comb. nov.	<i>combinatio nova</i> , nouvel arrangement	FIS	= I.F.S. Fondation internationale pour la science, STOCKHOLM (Suède)
C.R.D.I.	Centre international pour la recherche et le développement, OTTAWA (Canada)	GERDAT	Gestion, recherche, documentation et appui technique (CIRAD)
C.S.I.R.O.	Organisation pour la recherche scientifique et industrielle (Australie)	GRET	Groupe de recherches et d'échanges technologiques, PARIS (France)
C.T.A.	Centre technique de coopération agricole et rurale, WAGENINGEN (Pays-Bas)	G.T.Z.	Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit, coopération technique allemande, ESCHBORN (Allemagne)
C.T.F.T.	Centre technique forestier tropical, aujourd'hui CIRAD-Forêts	I.A.R.E.	Institut des aménagements régionaux et de l'environnement, MONTPELLIER (France)
C₄	Assimilation du carbone en C quatre	I.B.P.	Programme biologique international
D.C.G.	Diamètre de l'accroissement courant annuel	I.B.P.G.R.	Bureau international pour les ressources génétiques végétales
D.P.B.	Diamètre du rameau au point de brout	IBRA	Association internationale de recherche sur l'apiculture (U.K.)
D.R.S.	Défense et restauration des sols	ICARDA	Centre international pour la recherche agricole dans les régions sèches, ALEP (Syrie)
E.A.	Afrique de l'Est	ICRAF	Centre international pour la recherche en agroforesterie, NAIROBI (Kenya)
E.A.A.J.	"East African Agricultural Journal"	ICRISAT	Centre international de recherches sur les cultures des régions tropicales semi-arides. PATANCHERU (Inde)
E.B.	Energie brute	I.D.E.	Institut pour le développement forestier, PARIS; anciennement A.T.V.F.
EDI ou E.D.I.	Institut de développement économique de la Banque mondiale	I.D.R.C.	= C.R.D.I.
E.M.	Energie métabolisable	I.E.M.V.T.	Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, aujourd'hui CIRAD-E.M.V.T.
E.N.	Energie nette	IFAN	Institut fondamental d'Afrique noire, DAKAR (Sénégal)
ENAD	Extractif non azoté digestible	I.F.S.	= FIS
ENDA/T.M.	Environnement et développement en Afrique / Tiers Monde, DAKAR (Sénégal)	I.I.E.D.	Institut international pour l'environnement et le développement, LONDRES (U.K.)
E.N.S.S.A.A.	Ecole nationale supérieure des sciences agronomiques appliquées, DIJON (France)	ILCA	= CIPEA, devenu ILRI
E.P.	Energie productive	I.N.A.	Institut national agronomique PARIS/GRIGNON (France)
E.T.	Energie de transformation		
et seq.	<i>et sequentia</i> , et suivant(s)		
E.U.A.	= U.S.A., États-Unis d'Amérique		
E.A.O.	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, ROME (Italie)		

LISTE DES PRINCIPALES ABREVIATIONS UTILISEES

INRA	Institut national de la recherche agronomique (France)	M.O.D.	Matière organique digestible
INSAH	Institut du Sahel, BAMAKO (Mali)	M.O.N.D.	Matière organique non digestible
IRBET	Institut de recherches biologiques et d'écologie tropicale, OUAGADOUGOU (Burkina Faso)	M.P.B.	Matière protéique brute
I.R.C.T.	Institut de recherche sur le cotonnier et les textiles tropicaux, aujourd'hui CIRAD-CA	M.P.D.	Matière protéique digestible
IRFA	Institut de recherche sur les fruits et agrumes, aujourd'hui CIRAD-FLHOR	M.P.T.S.	Arbres, arbustes et arbrisseaux à usages multiples
I.R.H.O.	Institut de recherche sur les huiles et oléagineux, aujourd'hui CIRAD-CP	M.R.D.A.S.W.	Ministère pour la recherche et le développement des terres arides, semi-arides et des terres à l'abandon, NAIROBI (Kenya)
ISAR	Institut des sciences agronomiques du Rwanda, BUTARE (Rwanda)	M.S.	Matière sèche
ISRA	Institut sénégalais de la recherche agronomique, BAMBEY (Sénégal)	M.S.I.	Matière sèche ingérée
IUFRO	Union internationale des organisations de recherche forestière, WIEN (Autriche)	M.V.	Matière verte
JATBA	"Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée"	N	Azote
J.M.R.D.P.	Projet de développement rural du Jebel Mara, ZALINGLEI, Darfour (Soudan)	N.D.F.	Fibres de lessive neutres
J.R.M.	"Journal of Range Management"	NOAA	Organisation nationale (E.U.A.) pour la surveillance de l'atmosphère
K	Potassium	NORAD	Agence de coopération norvégienne pour le développement, OSLO (Norvège)
KARI	Institut kenyan de la recherche agricole	O.D.I.	Institut pour le développement outre-mer, LONDRES (U.K.)
KEFRI	Institut kenyan de la recherche forestière	O.F.I.	Institut forestier d'Oxford, OXFORD (U.K.)
Ke Sh	Shilling kenyan	ORSTOM	Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération
<i>L.c.</i>	<i>loco citato</i> , déjà mentionné	P	Phosphore
L.N.E.R.V.	Laboratoire national de l'élevage et de la recherche vétérinaire, DAKAR (Sénégal)	PAM	Programme alimentaire mondial, ROME
L.S.	Composants de la lignine	PAST	Projet agricole et social interuniversitaire (Rwanda)
MAB	Programme "L'homme et la biosphère" de l'UNESCO	P.B.	Protéines brutes
M.A.D., MAD	Matière azotée digestible	pH	Potentiel de réduction de l'hydrogène
M.A.N.D.	Matière azotée non digestible	PNUD	Programme des Nations unies pour le développement, NEW YORK (E.U.A.)
MAT	Matière azotée totale	PNUE	= UNEP
Mg	Magnésium	P.V.	Poids vif
M.G.D.	Matière grasse digestible	R.B.A.A.T.	"Revue (internationale) de botanique appliquée et d'agriculture tropicale"
Mn	Manganèse	(puis RIBAAT)	
M.O.	Matière organique	R.F.F.	"Revue forestière française"
		R.P.F.	Rapport protidique fourrager

LISTE DES PRINCIPALES ABREVIATIONS UTILISEES

SAD	Services agricoles de développement (France)	U.A.	Unité amidon
SAED	Société d'aménagement (Sénégal)	U.B.T.	Unité de bétail tropical
SALWA	Sous-réseau AFRENA de recherche agroforestière de l'ICRAF pour les zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest	U.F.	Unité fourragère
SCET- Agri	Société centrale pour l'aménagement du territoire-Agriculture, PARIS (France)	U.F.S.	Unité fourragère scandinave
S.C.S.	Service de conservation des sols	U.I.	Unité (fourragère) internationale
SEMRY	Société d'expansion et de modernisation de la riziculture de YAGOUA (Cameroun)	U.I.C.N.	Union internationale pour la conservation de la nature, GLAND (Suisse)
SEZEB	Société d'ethnozoologie et d'ethnobotanique, PARIS (France)	UNCED	Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement, Brésil, 1992
SICA	Société d'intérêt collectif agricole	UNEP	Programme des Nations unies pour l'environnement, NAIROBI (Kenya)
S.M.C.	Stratégie mondiale de la conservation	UNESCO	Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture, PARIS (France)
SODEPRA	Société pour le développement des productions animales (Côte d'Ivoire)	UNSO	Bureau des Nations unies pour les régions sahéliennes et soudanaises
SODESP	Société d'élevage et de sylvo-pastoralisme (Sénégal)	U.R.S.S.	Union des Républiques socialistes soviétiques
S.P.	Sylvipastoral	U.S.A.	= E.U.A., Etats Unis d'Amérique
<i>sp.</i>	<i>species</i> , espèce	U.S.-AID	Aide des E.U.A. au développement international
<i>sp. pl.</i>	<i>species plures</i> , plusieurs espèces	U.S.T.L.	Université des sciences et techniques du Languedoc, MONTPELLIER (France)
SPAT	Service de production animale tropicale, ANVERS (Belgique)	V.F.	Valeur fourragère
S.S.O.	Bureau spécial pour le Sahel, Nations unies, UNSO	V.P.	Valeur pastorale
T.D.N.	Éléments digestibles totaux		

Préface

Assez rares jusqu'à ces dernières années, les publications en français sur l'agroforesterie commencent à se multiplier, notamment sous l'impulsion du Centre technique de coopération agricole et rurale ACP-UE. Il faut s'en réjouir et saluer le nouvel ouvrage de Michel Baumer, ancien fonctionnaire principal de recherche au Centre international de recherche agroforestière (ICRAF), qui aborde le thème de l'agroforesterie pour les productions animales, notamment en zones sèches.

Les éleveurs attendent de l'agroforesterie des ressources fourragères sûres et régulières. De nombreux efforts ont été déployés pour essayer de pallier le manque de fourrage en période de soudure dans les zones arides. Fort d'une longue expérience acquise dans un grand nombre de pays en développement, de l'Ouzbékistan au Soudan où il a travaillé plus de cinq ans, du Viêt-Nam au Zaïre où il a représenté la FAO, de l'Algérie au Kenya où il fut le premier directeur de la division des ressources naturelles et des écosystèmes du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), l'auteur nous livre un large panorama des connaissances actuelles. Les résultats qui sont donnés restent provisoires parce que les conditions de la production animale évoluent. Dans de nombreux pays, la propriété des animaux a changé de mains ces dernières années, comme suite aux sécheresses; les conditions mêmes d'exercice de l'agriculture ont été bouleversées; le nomadisme semble condamné, bien qu'il soit adapté à l'environnement aride et semi-aride, et les éleveurs réalisent que l'élevage classique n'est plus aussi rémunérateur qu'il l'était il y a quelques années encore.


Ce livre est sans doute le premier qui traite à la fois de l'agroforesterie et des productions animales dans leur extrême variété. L'auteur souligne que la production animale ne doit pas couvrir seulement les espèces classiques des élevages traditionnels, et que d'autres animaux sont intéressants et parfois très rémunérateurs. Les plus connus sont les poissons qui, dans de bonnes conditions, peuvent fournir le plus de protéines animales à l'unité de surface. Bien d'autres élevages sont examinés sous l'angle agroforestier, comme ceux d'espèces de la faune sauvage telles que l'autruche.

Des études de cas permettent au lecteur de se faire une idée des différentes façons de concevoir la production animale et des multiples solutions que les populations locales ont trouvées pour faire face à leurs difficultés. Les interactions entre herbes et ligneux sont évoquées, et des exemples pris dans diverses parties du monde illustrent le problème complexe des fourrages ligneux.

L'auteur nous fait part aussi de son expérience en matière de gestion des ligneux, de tenure, et de gestion du feu dans les peuplements ligneux. La tenure des terres et la tenure des arbres sont parmi les plus importantes questions à régler pour que soient levés les obstacles à la diffusion de modèles agroforestiers mis au point dans certaines régions écologiques et économiques d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine. Dans de nombreux cas, dans les pays en développement comme dans les pays développés, l'agroforesterie semble le mieux à même de résoudre les problèmes du paysan. L'auteur nous rappelle cependant qu'elle n'est plus une panacée et n'est pas toujours la solution la plus efficace. La recherche reste nécessaire avant de généraliser l'application d'une solution agroforestière. Il faut en cette matière se garder de toute précipitation.

Un index des noms latins des plantes citées, un glossaire, un index géographique, un index des idées ainsi qu'un article sur le thème controversé de la capacité de charge complètent utilement cet ouvrage.

La Convention de lutte contre la désertification recommande un effort international pour recueillir, analyser et échanger les informations. Ce livre répond bien à cette recommandation. Il est à souhaiter que d'autres travaux le suivent, qui préciseront les avantages que pourraient présenter une agroforesterie bien conduite pour la production durable de bois, d'aliments et de services.



Henri CARSLADE
Sous-Directeur général
Département du développement durable
FAO

Préambule

Le présent travail est une tentative de rassemblement des principales connaissances actuelles concernant l'agroforesterie dans ses rapports avec les animaux. Au tout premier plan, viennent à l'esprit du lecteur la production animale et l'agroforesterie, essentiellement les interactions entre Ruminants (bovins, ovins, caprins surtout) et végétaux ligneux, et tout d'abord le rôle du brouet. On s'est efforcé toutefois de ne pas oublier le rôle d'autres animaux, comme leur rôle dans la production animale directe : abeilles, iguanes, gibicr, etc., mais aussi le rôle qu'ils jouent sur les facteurs de la production (vers de terre, termites, etc.).

La première difficulté rencontrée a été la rareté des informations scientifiques relatives à la production et à l'utilisation du brouet. Nos connaissances ne sont encore qu'embryonnaires dans ce domaine. La seconde difficulté a été l'oubli où l'on est souvent du rôle du paysan dans l'écosystème comme dans le système économique : si certaines approches, comme la méthode "D and D" de l'ICRAF, de diagnostic et de mise au point, tiennent le plus grand compte du facteur humain, il en est encore beaucoup d'autres qui oublient que sans le paysan, l'agroforesterie n'aurait guère de sens; c'est pour lui que doivent travailler les chercheurs. Une autre série de difficultés vient de ce que l'on essaye de connaître le plus grand champ technique possible, et à faire de la recherche stratégique, alors qu'on est encore bien ignorant et qu'on ne sait pas répondre à des questions simples comme: "Comment gérer le *Leucaena* ?" (pour lequel on ignore par exemple l'espacement idéal en fonction non seulement des conditions écologiques, mais aussi de l'emploi que les paysans veulent en faire, ou bien quelles Graminées doivent y être associées de préférence à d'autres, ou encore s'il vaut mieux tableter comme fourrage sur les gousses ou sur les feuilles, etc.).

Aussi trouvera-t-on dans le présent ouvrage, qui n'est ni une somme ni un manuel, bien des imperfections. L'une d'elles est la forme. Nous nous sommes efforcés d'y remédier en donnant, en plus et indépendamment de la table des matières, un lexique des termes et des concepts que le lecteur peut être appelé à rechercher dans l'ouvrage, et un index des noms de lieu utilisés.

Dans le domaine des plantes, nous nous sommes permis d'employer le mot "ligneux" comme un nom, alors qu'il est un adjectif et devrait être précédé de "végétal" ou de "plante" ou de "fourrage". On voudra bien, nous l'espérons, nous pardonner cet abus.

En ce qui concerne les taxons latins des plantes, considérant avec EMBERGER (1960) que les normes de décapitalisation sont une forme de régression du langage scientifique que constitue la nomenclature, nous estimons que "comme tous les langages, le langage scientifique est une convention; il est formé de signes porteurs de signification, et il est d'autant plus riche et plus instructif que ces significations sont nombreuses et précises" (BAUMER, 1975). On a donc écrit les adjectifs spécifiques avec une majuscule quand il s'agit du génitif latin de noms propres, ou d'anciennes dénominations génériques ou spécifiques, latines ou non, ou lorsque l'auteur a utilisé une majuscule dans la description originale. Cette méthode, qui paraît arriérée à d'aucuns, est acceptée par les règles internationales de nomenclature adoptées par le VIIème Congrès international de botanique tenu à Stockholm en 1950.

Plus particulièrement, on a écrit *Albizzia* avec deux "z" puisque le genre est dédié à Monsieur le chevalier Filippo degl'ALBIZZI, comme aimait à le rappeler le botaniste genevois de l'ORSTOM Guy ROBERTY, qui lui était apparenté. C'est d'ailleurs ainsi que faisait l'*Index kewensis* jusqu'à son Supplément xii (1951 - 1955), comme Didier NORMAND, de la SEZEB, a bien voulu nous le faire savoir. Dans la diagnose originale, faite en 1772 par Antonio DURAZZINI (*Magazz. Tosc.*, 3 (4) (Vol. 12) : 10, 13, illustr.), et qui se rapportait à *Albizia* (avec

un seul Z) *Julibrissin* le genre est écrit avec un seul "z", soit par inadvertance de l'auteur, soit qu'il l'ait voulu faire exprès. Par ailleurs, comme nous l'a fait remarquer le Professeur MORANDINI, la famille est florentine, et, à Florence, on écrit son nom avec un seul "z", mais le reste de l'Italie l'écrit avec deux "z" !

Par ailleurs, on a préféré le binôme *Faidherbia albida* (Del.) A. Chev. à *Acacia albida* (L.) Del. pour les raisons exposées par Auguste CHEVALIER dès 1934, par Henri Noël LE HOUEIROU plus récemment (1979), puis par nous-même (1987) et par le C.T.F.T. (1988). Parmi les raisons qui ont justifié la création du genre monospécifique *Faidherbia*, rappelons quelques-unes. Les feuilles primordiales sont bipennées alors que toutes les autres Gummifères connues ont toujours au moins une feuille primordiale simplement pennée. Les cotylédons sont sessiles et non pétiolés. Le pollen est sans sillons, à 4 pores, à exine, de type *Ingae*. Le bois a une structure étagée et des rayons étroits. Dernier argument, l'architecture de l'arbre, qui a des feuilles à l'aisselle des axes secondaires, suivrait le modèle de ROUX et non celui de TROLL, qui est celui des *Acacia* sp.pl..

Enfin, nous avons cru bon d'adopter le genre *Racosperma* proposé par PEDLEY (1986) pour désigner les acacias australiens et néo-zélandais, à phyllodes. Ce nouveau genre se substitue à *Acacia* dans le nom de nombreuses espèces dont l'origine est le Pacifique.

Remerciements

Cet ouvrage est écrit d'après la littérature et d'après les travaux actuellement en cours à l'ICRAF. Il a été rendu possible grâce au soutien de G.T.Z., "Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit". Nombreux sont les collègues de l'ICRAF qui m'ont aidé de leurs conseils; je citerai en particulier Peter HUXLEY, Anthony YOUNG, Emmanuel TORQUEBLAU, et Jacques PEGORIE; à la Documentation, le regretté Gilles de CHATELPERRON, Richard LABELLE, Bofete BONDOLE, Alfred MUREITHI, Stephen OKEMO. Pennina HASSAN a accompli avec efficacité une grande partie du travail de composition du texte. Andrew PINNEY et Ronald NUN ont souvent aidé à résoudre des problèmes d'informatique. Anthony NJENGA a aidé dans le choix des illustrations.

Ont accepté de relire le texte et de me faire part de leurs utiles informations : Paul AURIOL, ancien chef de la Production bovine à la F.A.O.; Jean-Claude BILLE, ancien de l'ORSTOM et de l'ILCA, membre du Bureau de l'Association française de pastoralisme; Edouard BOUKOUNGOU, ancien Directeur de l'IRBET, coordonnateur régional du Programme SALWA de l'ICRAF; Gilbert LONG, Vice-président du Comité français du MAB; George RIPPSTEIN, zootechnicien du CIAT, désigné par Filemon TORRES, Directeur adjoint du CIAT; le Professeur Anthony YOUNG, ancien Directeur de Programme à l'ICRAF. Que tous veuillent bien trouver ici l'expression de mes sincères remerciements.

Enfin, que le C.T.A. et l'ICRAF soient remerciés pour avoir accepté de publier cet ouvrage, dont l'essentiel a été rédigé alors que j'étais encore chercheur principal au Centre international pour la recherche en agroforesterie.



Fig. 1 - Une paysanne kenyane nourrit ses bovins à l'étable avec du brout de Leucaena

Photo : A. NJENGA/ICRAF

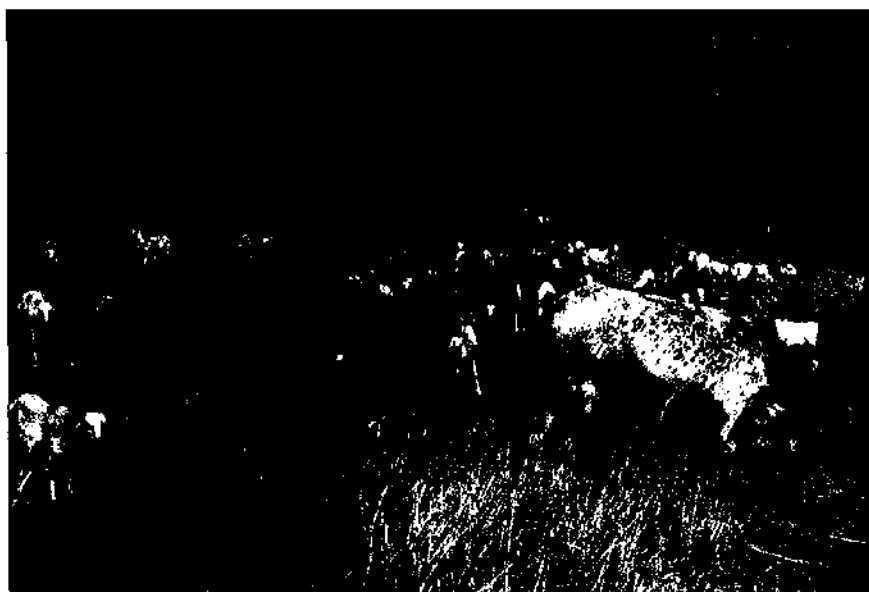


Fig. 2 - Près de Tillabery (Niger), bovins, caprins et ovins au pâturage dans une savane basse arbustée de Balanites aegyptiaca

Photo : F. MARY/ICRAF

1. Introduction

Le présent essai est essentiellement une revue, une tentative de rassemblement des principales informations relatives au problème des relations entre productions animales et végétaux ligneux, considérés dans l'optique environnementale, si actuelle. On s'est efforcé de donner dans une forme agréable à lire un tableau des principaux problèmes que soulèvent ces relations, qui sont d'ordres divers. Il en est de purement techniques, comme les relations entre les sols, les ligneux et les animaux. D'autres sont économiques, voire politiques, comme: "Est-il opportun de favoriser par des techniques agroforestières la production animale lorsque celle-ci est déjà dans de nombreux cas un facteur de dégradation des terres?". Un certain nombre de travaux traite de ces questions, souvent dans des revues très diverses, dont beaucoup seront cités au cours de l'exposé. Mais on s'est efforcé généralement de les résumer, d'en tirer les leçons essentielles. Toutefois, lorsque ces travaux sont peu accessibles, on les a quelquefois librement traduits. L'ouvrage s'adresse à des chercheurs du Tiers Monde, mais aussi à des preneurs de décisions au niveau gouvernemental ou régional, et à des humanistes.

Comme bien des auteurs l'ont déjà signalé, le mot "agroforesterie" est entendu dans des sens quelque peu différents, même dans une même langue. Nous avons adopté ici la définition suivante, très voisine de celle que nous avons donnée dans un précédent ouvrage (BAUMER, 1987):

"L'agroforesterie est un terme collectif pour des systèmes et des techniques d'utilisation des terres où des ligneux pérennes (arbres, arbustes, arbrisseaux et sous-arbrisseaux, et, par assimilation palmiers et bambous) sont cultivés ou maintenus déli-

bérement sur des terrains utilisés par ailleurs pour la culture et/ou l'élevage, dans un arrangement spatial ou temporel, et où sont exploitées des interactions à la fois écologiques et économiques, pas forcément stables dans le temps, entre les ligneux et les autres composantes du système."

Cette définition est tout à fait dans l'esprit de celle qu'adopte le Centre international pour la recherche en agroforesterie (ICRAF).

Il est intéressant de noter que c'est à propos de production animale et sous sa forme grammaticalement plus correcte mais que l'usage n'a pas consacrée d'"agriforesterie" que le terme a été utilisé à ses débuts. On trouvait en effet dans le journal "The Indu", publié à Madras, en date du 6 novembre 1937, l'information suivante:

"A la réunion du Comité central pour le pâturage et le fourrage du Conseil impérial de la recherche agronomique, qui s'est tenu à New Delhi, on a adopté un programme qu'on a appelé "agriforesterie", qui est une combinaison d'agriculture et de foresterie."

"Le Comité approuve fortement le projet qu'a mis au point le Département forestier des Provinces unies de faire une étude préliminaire en vue d'établir les possibilités de créer des plantations pour le fourrage et pour le combustible dans les districts de plaine. La combinaison de l'agriculture et de la foresterie connue sous le nom de taungya dans les Provinces unies s'est avérée dans les zones affores-

tables comme extrêmement bénéfique pour les agriculteurs comme un moyen de produire des poteaux, du bois de feu et du fourrage, tout en procurant aux agriculteurs l'accès à des sols cultivables et en permettant en même temps d'organiser le développement forestier. La possibilité d'appliquer cette méthode à des terres éloignées des forêts et à des terres privées doit être étudiée. Le Comité demande instamment qu'on prenne en considération cette technique aussi dans d'autres régions de l'Inde."

"Le Comité est absolument convaincu de la nécessité absolue de contrôler le nombre d'animaux autorisés à utiliser les pâturages. Partout dans le monde le surpâturage a eu pour conséquence de ruiner les terres à pâturage et de favoriser leur érosion à un degré où leur réhabilitation est devenue presque impossible."

Il y avait déjà là toute la problématique des terres à pâturage. *Nihil novo sub sole!* Cependant, l'agroforesterie ne saurait se résoudre à l'équation:

agroforesterie =
agriculture + foresterie,

comme on s'est efforcé de le montrer par ailleurs (BAUMER, 1987), même en donnant à "agriculture" son sens le plus large, comprenant les activités d'élevage. Il est vrai que le mot inciterait à faire un tel contresens, aussi peut-on regretter qu'un meilleur terme n'ait pas été trouvé, mais il est maintenant consacré par l'usage et il serait difficile de le changer, même si cet usage est quelquefois abusif. L'agroforesterie tient de la

foresterie en ce qu'elle implique des végétaux ligneux, généralement forestiers; elle n'est pas cependant foresterie, puisqu'elle traite toujours d'autres productions du sol, végétales ou animales, en même temps que des arbres. C'est une grande exagération que d'affirmer que les forestiers ne voient dans les arbres que des producteurs de bois, même si cela est encore vrai de quelques-uns, même s'il faut bien que des spécialistes se concentrent sur cette importante production qu'est le bois. Mais un arbre n'est pas que du bois et l'impact d'une forêt ne s'évalue pas seulement en mètres cubes de bois par hectare et par an: aux produits très divers que donnent les végétaux ligneux, il faut ajouter aussi les services: sur ce point, les forestiers européens, et français en particulier, occupent une position d'avant-garde, puisqu'ils ont, par exemple, organisé la lutte contre l'érosion et contre la dégradation des sols, notamment en zone de montagne, développé la fixation des sables dunaires, fixé les berges des rivières et des torrents, assumé la responsabilité d'organiser les chasses, créé la foresterie sociale, etc. La foresterie a d'ailleurs des domaines qui lui sont propres, où l'agroforesterie n'a rien à voir, comme par exemple la sylviculture. On ne peut donc confondre, ni même rapprocher trop foresterie et agroforesterie, notamment dans le domaine de la recherche. Cependant, en ce qui concerne les structures administratives, certains pays, pauvres en spécialistes, peuvent choisir de traiter provisoirement dans une même administration les problèmes relatifs à l'agroforesterie et ceux de la foresterie: dans les pays qui traitent avec le Centre international pour la recherche en agroforesterie (ICRAF), la majorité a choisi de rattacher la recherche en agroforesterie à la recherche agronomique, mais certains de ces pays ne disposaient même pas de service chargé de la recherche forestière. L'agroforesterie tient de l'agronomie en ce qu'elle traite de

techniques de production agricole, au sens large. Mais elle traite aussi des systèmes de production, qui la rattachent à de multiples disciplines comme l'économie rurale et la sociologie.

On notera par ailleurs que le terme "agrisylviculture" avait été proposé par KING en 1968 pour ce qu'on appelle aujourd'hui "agroforesterie", ce qui n'est que l'un des très nombreux avatars de ce concept. Comme l'a écrit Von MAYDELL (1983b),

"L'agroforesterie est seulement un nouveau mot, ça n'est pas une pratique nouvelle. La nouveauté réside dans le fait de réaliser qu'un grand nombre de systèmes et de pratiques d'utilisation des terres ont dans leur approche un dénominateur commun, qu'il vaut la peine d'approfondir et de développer systématiquement d'une manière plus scientifique".

Dans une des premières définitions de l'agroforesterie (KING et CHANDLER, 1978), on trouve mention d'une des caractéristiques importantes de cette forme d'utilisation des terres:

"la mise en oeuvre de pratiques de gestion compatibles avec les habitudes culturelles de la population locale".

Une douzaine de définitions de l'agroforesterie étaient données en 1982 dans le journal "Agroforestry systems". Dans l'une d'elles, par CONTANT, on trouve:

"L'agroforesterie développe le concept d'utilisation des ligneux comme une composante de la gestion d'ensemble des ressources des terres pour satisfaire les besoins des populations en nourriture, en bois de

feu, en logement et en revenus. Les systèmes employés doivent être acceptables socialement, culturellement et économiquement pour maximiser les extraits à un niveau donné d'intrants et pour minimiser les dommages à l'environnement global".

Les confusions sur le sens exact des termes sont fréquentes, même dans des écrits récents; par exemple, IGBOANUGO (1988) écrit que l'agrisylviculture est la pratique qui consiste à faire pousser des arbres avec des cultures agricoles ou avec l'élevage d'animaux, confondant ici agrisylviculture avec agroforesterie. Ou bien ANDERSON, G.W. et al. (1988) appellent agri-sylvi-pastoraux des systèmes du sud-ouest de l'Australie où l'élevage est pratiqué dans des peuplements clairs de pins sur des sols semés de *Trifolium subterraneum*¹, alors qu'il s'agit clairement de sylvipastoralisme, puisqu'aucune activité de culture agricole en vue de produire autre chose que du fourrage n'est pratiquée. Enfin, une confusion est faite fréquemment entre agroforesterie et foresterie communautaire ou foresterie villageoise; par exemple, le Rapport final du Séminaire sur la foresterie participative au Mali (1988), qu'avaient organisé du 19 au 21 septembre 1988 à Ségou l'I.I.E.D. et le Comité de coordination des actions des O.N.G., confond la foresterie au service de l'agriculture avec l'agroforesterie. Si les deux concepts peuvent à la limite se superposer et se confondre lorsqu'il s'agit de développement, il ne saurait en être de même lorsqu'il est question de recherche. Aussi vaut-il mieux restreindre l'utilisation du terme "agroforesterie" à son sens propre.

Le comité qui a donné naissance à l'ICRAF, de même que WIERSUM (1988) ont attribué à BENE et al. (1978) le concept d'agroforesterie. Il semble bien qu'il s'agissait déjà à cette époque d'une

1 Les binômes latins ne sont complets qu'avec le nom de l'auteur (ou des auteurs). On trouvera une liste alphabétique des taxons complets dans l'annexe 1.

idée assez répandue, au moins parmi les forestiers d'avant-garde, comme en témoigne d'ailleurs le succès immédiat qu'ont rencontré au Congrès forestier mondial de Djakarta en 1978 les notions d'agroforesterie, et celles de reboisement communautaire, de forêt villageoise, et de foresterie participative. Par ailleurs, dès 1937 en Inde, comme on l'a rappelé plus haut, on parlait d'agriforesterie.

Enfin, il convient de préciser que l'agroforesterie ne se confond pas avec la foresterie sociale, même si leurs domaines respectifs se recoupent quelquefois, notamment parce que certains organismes spécialisés en agroforesterie, comme le Centre international pour la recherche en agroforesterie, se préoccupent en priorité de faire utiliser les ligneux par les paysans les plus pauvres. Cependant, l'agroforesterie est parfaitement applicable dans certains cas à de grands domaines, à des exploitations d'Etat, ou à des régions riches. D'autre part, bien des activités de foresterie sociale, comme par exemple l'implantation de petits boisements pour la production de bois de feu, peuvent se faire sans qu'il s'agisse le moins du monde d'agroforesterie. Quand un paysan plante des arbres, il ne s'agit pas forcément d'agroforesterie; mais s'il plante des arbres pour obtenir un effet sur ses cultures ou sur ses animaux, cela est le plus souvent de l'agroforesterie.

Sans aucun doute, le terme "agroforesterie" prête à confusion, aussi bien d'ailleurs en anglais qu'en français. STEWART (1981) admet que la frontière entre la foresterie et l'agriculture n'est pas bien définie mais ne pense pas que le mot "agroforesterie" apporte de la clarté et il suggère qu'on utilise en anglais l'expression "land husbandry" proposée par la F.A.O. (1981). Mais il ne semble pas avoir bien saisi toute la complexité et l'ampleur du problème lorsqu'il écrit que l'agroforesterie n'est qu'une forme de sylviculture, ou que "sylviculture" est synonyme de "foresterie": celle-ci, qu'OLDEMAN (1990) ap-

pelle sylvologie, est l'ensemble des sciences et des arts que cultive le forestier, y compris la construction de routes, le droit forestier, la chasse, la pisciculture ou la technique des câbles porteurs, alors que la sylviculture, plus biologique, se limite aux arts et techniques concernant directement la vie de la forêt et sa gestion. Et il commet la même erreur que BENE (1978 a et b) en donnant "agrosylviculture" et "agrosilvicultura" comme les équivalents français et espagnol du français "agroforesterie". NAIR (1985) a donné un autre sens à "agrisylviculture", qui désigne désormais les systèmes agroforestiers associant délibérément et avec des avantages recherchés des ligneux à des cultures. SASSON, lorsqu'il utilise l'anglais (1980), emploie "agrisylviculture" dans le sens d'agroforesterie, mais précise bien en français (1986) que "l'agrisylviculture... consiste à utiliser délibérément la terre pour cultiver des plantes (y compris des plantes arborescentes) et des essences forestières" et qu'elle est incluse dans l'agroforesterie, avec les systèmes sylvi-pastoraux et les systèmes agri-sylvi-pastoraux.

Ces quelques remarques doivent nous faire reconnaître que la terminologie est une source parfaite de discussions interminables, et que l'acception de mots dans un sens précis et déterminé devient de plus en plus difficile. C'est pourquoi nous avons regroupé en annexe 2 un certain nombre de termes techniques utilisés notamment dans le présent ouvrage, en précisant l'acception que nous leur avons donnée.

Caractères de l'agroforesterie

Un système agroforestier présente les caractères suivants (LUNDGREN *et al.*, 1983):

- ♦ au moins deux espèces vivantes sont impliquées, dont au moins une espèce ligneuse,
- ♦ entre l'espèce (ou les espèces) ligneuse(s) et la (ou les autres) es-

pèce(s), il y a toujours une interaction écologique et/ou économique voulue.

- ♦ il donne au moins deux produits ou services,
- ♦ son cycle est supérieur à un an,
- ♦ il est toujours plus complexe écologiquement (par sa structure et par ses fonctions) et économiquement qu'un système de monoculture, et, par là, plus difficile à gérer.

Dans la classification de NAIR (1985), les systèmes agroforestiers qui concernent la production animale sont soit sylvipastoraux, soit agri-sylvi-pastoraux.

La classification des systèmes agroforestiers concernant la production animale peut se faire d'après les techniques utilisées pour obtenir du fourrage à partir des végétaux ligneux. Une liste des techniques agroforestières a été donnée par BAUMER *et al.* (1986) et révisée par YOUNG (1989). De son côté, TORQUEBIAU (1990 b) a proposé un système de classification basé sur des caractères structuraux. Il y a souvent quelques difficultés dans l'emploi des termes "technique" et "technologie", qu'on a tendance à employer l'un pour l'autre, en partie sous l'influence de la langue anglaise: "technologie" est souvent employé pour "technique", ce qui est un anglicisme condamnable. Une technique est "un ensemble de procédés employés pour produire une oeuvre et obtenir un résultat déterminé" (ROBERT, 1985), ou "un ensemble de procédés méthodiques, fondés sur des connaissances scientifiques, employé à la production" (ROBERT, *l.c.*). On parlera ainsi de la technique de la fresque, dans le premier cas, et de la technique radio-électrique, dans le second. La technologie est la science, l'étude des techniques, et celle des outils, des machines, des matériaux, des composants électroniques; ainsi, la technologie alimentaire est l'emploi des techniques scientifiques pour la préparation industrielle, la conservation et l'amélioration de l'aspect et de la valeur nutritive des aliments (ROBERT, *l.c.*).

D'autre part, par "productions animales", nous n'entendons pas seulement comme il est souvent d'usage les activités de production du bétail, gros ou petit. Nous incluons dans notre dition tous les animaux qui sont susceptibles d'être élevés, la faune sauvage, et tous ceux qui contribuent à l'alimentation ou au bien-être de l'Homme, par exemple abeilles, vers à soie, iguanes, crocodiles, etc., pourvu que les ligneux interviennent dans leur production.

Classement des systèmes agroforestiers

Récemment, HUXLEY (1983 b) a fait des propositions pour créer des classements de systèmes agroforestiers. Ces propositions ont servi à NAIR (1985) pour classer les systèmes agroforestiers d'après la nature de leurs composants. On nomme alors les systèmes d'après le composant qui s'ajoute au composant ligneux, évidemment toujours présent, et auquel correspond conventionnellement l'adjectif "sylvicole":

- les systèmes agrisylvicoles, avec une composante agricole;
- les systèmes sylvipastoraux, avec une composante dite "pastorale", mais en réalité d'élevage;
- les systèmes agrisylvipastoraux, avec les composantes agricoles et "pastorales" s'ajoutant à la composante "sylvicole".

La figure 3 donne un aperçu de cette classification, simple et commode.

TORQUEBLAU (1990 b) a proposé de classer les systèmes agroforestiers d'après l'arrangement des composants. On distinguera ainsi pour les systèmes où des végétaux ligneux peuvent être au service de la production animale:

- des systèmes mixtes, où les différents types de végétaux ne sont pas disposés zonalement par éléments récurrents ordonnés et où l'intimité du mélange (par exemple entre les

arbres et les herbes) est encouragée; c'est le cas d'arbres fourragers isolés dispersés sur des pâturages ou des terrains de parcours, qui sont souvent la seule technique agroforestière possible dans les régions arides ou même semi-arides;

- des systèmes zonaux, - non pas dans le sens d'une zonalité écologique,

mais dans celui d'éléments récurrents ordonnés -, dans lesquels les composants sont disposés suivant un arrangement géométrique et où l'intimité entre les composants du système est limitée; tel est le cas dans les brise-vent où l'on utilise la litière de feuilles comme aliment du bétail.

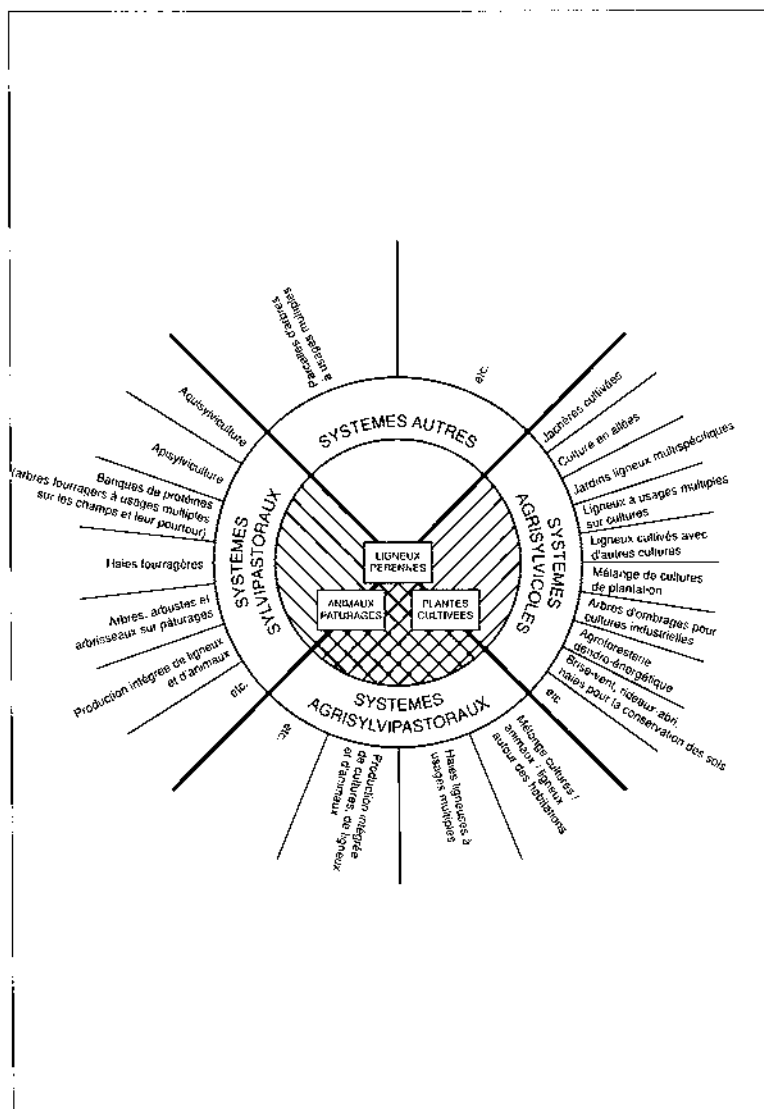


Fig. 3 - Classification de systèmes et de sous-systèmes agroforestiers d'après la nature de leurs composants.

Source : d'après NAIR, 1985

On peut aussi distinguer les systèmes d'après la densité d'ensemble de leurs composants. On distinguera entre autres:

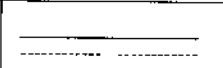
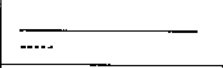
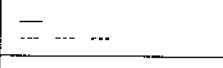
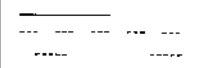
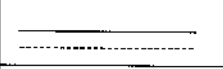
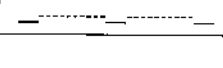
- les systèmes contigus, dont les composants sont étroitement espacés, formant une couverture continue, comme dans les forêts-jardins, avec quelques-uns de leurs éléments ligneux produisant du fourrage;
- les systèmes épars, ou diffus, dont les composants sont espacés largement, comme certaines lignes de *Calliandra calothyrsus* plantées sur des digues de rizières pour fournir du fourrage au poisson, par exemple au Vietnam.

Dans une autre approche, TORQUEBLAU (1990 a) utilise des caractères structuraux plus généraux et distingue les systèmes en fonction du nombre de strates ligneuses. Il distingue entre les systèmes à plusieurs strates et ceux à une strate ligneuse seulement. Une haie pour produire du fourrage est un exemple de système à strate ligneuse unique, tandis

qu'une forêt de pin sylvestre équienne avec un étage dominant de cytise pour donner du fourrage à l'auge est un exemple de système à deux strates ligneuses.

Le facteur temps est un autre facteur sur lequel on peut s'appuyer pour classer les techniques agroforestières qui sont utiles aux productions animales. On peut alors distinguer entre des systèmes coïncidents ou simultanés, où les différents composants du système sont présents en même temps en un même lieu, comme dans le cas d'arbres fourragers dispersés sur un pâturage, et des systèmes séquentiels, où les différents composants ne sont pas présents simultanément sur un même lieu, mais se succèdent l'un l'autre, comme dans une jachère pâturée faisant suite à des cultures. Plusieurs types de systèmes séquentiels peuvent être distingués (tableau 1):

- avec arrangement séparé,
- avec arrangement superposé,
- avec arrangement interpolé,
- avec arrangement coïncident,

Arrangement temporel	Illustration schématique	Exemples
coïncident ou simultané		caféiers sous des arbres d'ombrage
concomitant		taungya
intermittent (à dominance spatiale)		cultures annuelles sous cocotiers
interpolé (à dominance spatiale et temporelle)		jardin de case
superposé		hévéa et poivrier
séparé		jachère ligneuse

Légende :

composante ligneuse —————

composante non-ligneuse - - - - -

Tableau 1 - Arrangement dans le temps des composants des systèmes agroforestiers.

Source : d'après NAIR, 1985

- avec arrangement intermittent,
- avec arrangement concomitant .

On pourrait aussi imaginer un système de classification plus hiérarchisé, qui serait en cela comparable au système de classification des plantes imaginé par LINNE. On pourrait distinguer, du général au particulier, des systèmes qui seraient classés selon les composants:

- agriculture et ligneux: systèmes agrisylvicoles
- production animale et ligneux: systèmes sylvipastoraux
- agriculture, production animale et ligneux: systèmes agrisylvipastoraux.

Ces termes sont conventionnels, et, comme dans les classifications évoquées ci-dessus, pastoralisme est utilisé ici extensivement pour tout système intéressant la production animale, où le brouet est donné directement à pâturer aux animaux et en excluant ceux où il est coupé pour être donné aux animaux en dehors du lieu de production qui sont classés avec les systèmes agrisylvicoles. Ensuite viendraient des sous-systèmes, ou cas particuliers de systèmes, comme, pour le sylvipastoralisme:

- l'aquisylviculture, qui associe le milieu aquatique aux ligneux, et son cas particulier, la marisylviculture, qui associe le milieu marin aux ligneux;
- l'apisylviculture, qui associe l'apiculture aux ligneux.

Ensuite, comme dans la classification botanique, viendraient des ordres, fondés sur la structure des systèmes et l'arrangement des composants dans l'espace et dans le temps: puis des classes, établies d'après l'objet des systèmes, par exemple de production, de protection, etc. Viendraient ensuite des familles, classées d'après le rôle socio-économique des systèmes et de leurs produits: pour la commercialisation, pour la subsistance, mixte. Suivraient encore des tribus, d'après la distribution géographique par grandes zones climatiques, voire des sous-tribus d'après la distribution géographique par pays ou par petites régions agricoles.

INTRODUCTION

Groupes de systèmes	Types d'emploi	Exemples
Systèmes sylvipastoraux		
Systèmes dominés par des peuplements naturels	Pâturage et broutage en bois et forêts	a) Dominant dans les zones arides, spécialement en zones "sèches" : parcours du Sahel b) Pratiqués dans les pays où la main d'œuvre est rare et la productivité agricole basse (chaparral, maquis, garrigue) ou le pâturage rare (forêts de chêne liège méditerranéennes) c) En liaison avec des Projets de conservation des ressources génétiques forestières (Projet iguane d'Amérique centrale)
Systèmes dominés par des arbres plantés	Pâturage dans des plantations forestières Pâturage dans des plantations fourragères	Bovins pâturant des pinèdes (sud des Etats unis d'Amérique, Landes), des plantations de <i>Tectona grandis</i> (teckeraie d'Asie tropicale) Banques fourragères avec pâturage associé (prés améliorés d' <i>Alnus altiodora</i> au Costa Rica). Très utilisé en régions semi-arides (ovins, caprins et bovins sous <i>Acacia Senegal</i> au Sénégal), bovins et <i>Leucaena leucocephala</i> aux Philippines
Systèmes à plantations industrielles autres que bois d'œuvre	Pâturage sous cultures commerciales ligneuses Production fourragère sous cultures commerciales ligneuses	Elevage des ovins et apiculture dans les plantations d'hévéas en Malaisie, Bovins sous cocotiers dans les régions humides (Papouasie). Affouragement de Légumineuses de couverture sous plantations mêlant <i>Hevea brasiliensis</i> et <i>Theobroma Cacao</i>
Systèmes avec arbres isolés	Ligneux dans pâturages a) avec impact direct majeur sur production animale b) avec impact majeur sur économie de l'exploitation Ligneux pour animaux aquatiques	Couloirs de <i>Samanea Saman</i> et <i>Leucaena leucocephala</i> aux Philippines. <i>Prosopis cineraria</i> isolés sur les parcours en Inde. <i>P. juliflora</i> sur parcours africains. <i>Morus</i> sp.pl. pour sériciculture en Chine, France, Vietnam. Shellac en Inde, Chine, Indonésie. Variété "ber" fruitière de <i>Zizyphus mauritiana</i> dans les pâturages et les terrains en broussailles ou même cultivés (Inde). <i>Nypa</i> sp.pl. et <i>Sesbania</i> sp.pl. sur diguettes des étangs de pisciculture en Indonésie, Philippines, Rwanda, Zaïre. Elevage en mangroves de poissons, huîtres, crevettes (Seychelles).

Tableau 2 - Quelques systèmes agroforestiers en liaison avec la production animale.

Groupes de systèmes	Types d'emploi	Exemples
Systèmes agri-sylvi-pastoraux		
Systèmes dominés par des ligneux de forêt naturelle	Pâturage et brout de boisements et forêts associé à cultures	"Dehesa" en Espagne, "montado" portugais, et jardins à gommiers du Kordofan au Soudan.
Systèmes dominés par arbres plantés	Production fourragère temporaire dans plantations	Taungya et affouragement à l'auge au Népal. Premières années de plantations d'eucalyptus au Sénégal.
Systèmes dominés par plantations industrielles (autres que bois d'œuvre)	Bétail dans plantations commerciales avec cultures Bétail dans des systèmes à plusieurs étages	<i>Cocos nucifera</i> , culture et bovidés en Côte d'Ivoire. <i>Hevea brasiliensis</i> , haricots, manioc et ovins du Brésil, Libéria, Malaisie. Système à karité au Mali. <i>Faidherbia albida</i> au Sahel. Forêts jardins d'Indonésie. Forêts à nourriture du Brésil et de Costa Rica avec <i>Bactris Gassipaes</i> , le palmier-pêcher.

Tableau 2 (suite) - Quelques systèmes agroforestiers en liaison avec la production animale.

Le terme "zooforesterie" a été proposé par MONTSMA (1988) pour désigner les systèmes agroforestiers où les combinaisons entre animaux et ligneux sont dominantes. Il distingue les systèmes où les animaux sont en forêt, ceux où ils sont dans des types de végétation du genre savane, ceux où ils sont dans des plantations industrielles de ligneux, et ceux où ils restent à la ferme mais dans des types de végétation à ligneux. Comme le rappelait SEMPLE (1956), il se pourrait bien qu'il y ait dans le monde autant d'animaux nourris sur des associations végétales où entrent des arbres, des arbustes ou des arbrisseaux, comme de nombreuses savanes ligneuses, que sur les pâturages herbacés proprement dits. De telles associations végétales comprenant des ligneux permettent la mise au point de systèmes sylvi-pastoraux. Elles prennent des noms différents suivant les régions; ce sont par exemple les maquis des pays méditerranéens, les brousses des pays tropicaux, le thornveld de l'Afrique du Sud, les vastes terres à broussailles de l'ouest des Etats unis, les peuplements à "saltbush" (*Atriplex* sp. pl.) et à "blucbush" (*Kochia* sp. pl.) d'Australie, les landes à bruyères du nord-ouest de l'Europe, et de vastes

régions plus ou moins boisées de l'Inde. D'une façon pratique, nous classerons comme dans le tableau 2 les systèmes agroforestiers en liaison avec la production animale.

En agroforesterie, le rôle des arbres *sensu lato* sur la production fourragère peut être direct ou indirect. Le rôle direct est la production de brout. Le rôle indirect, positif ou négatif, concerne l'action sur les herbes, les Graminées et les forbes: c'est un aspect important et spécifique des interrelations entre végétaux ligneux, qui sera examiné au chapitre 5.

Il existe en conséquence des niches où agroforesterie et production fourragère vont de pair, par exemple, en reprenant la numérotation des systèmes d'après BOURLIÈRE (1983):

- ♦ A. Systèmes sylvipastoraux
 - A.1.1. Introduction de plantes ligneuses fourragères dans la forêt au sens large
 - A.1.2. Introduction de plantes herbacées fourragères dans la forêt au sens large
 - A.2. Création en forêt de parcelles fourragères

- A.3.1. Augmentation du nombre de ligneux fourragers sur les terres à pâturage
- A.3.2. Impact des ligneux (dispersés, en lignes, sur les courbes de niveau...) sur la production fourragère herbacée des terres à pâturage
- A.4. Utilisation de plantes ligneuses fourragères sur les limites de pâturages ou de terres cultivées

- ♦ B. Systèmes agrisylvipastoraux
 - B.1. Jachères ligneuses pour la production de fourrage
 - B.2. Parcelles de ligneux de brout sur des terres agricoles
 - B.3. Ligneux fourragers en courbes de niveau sur des terres cultivées
 - B.4. Haies ligneuses fourragères sur terres agricoles (en courbes de niveau ou non, avec une ou plusieurs rangées de ligneux, à un ou plusieurs étages...)
 - B.5. Ligneux fourragers utilisés dans les clôtures vivantes autour de terres cultivées
 - B.6. Brise-vent fourragers pour protéger des terres agricoles

- C. Autres systèmes agroforestiers
 - C.1. Apisylviculture
 - C.2. Arbres fourragers autour des habitations (dans le jardin de case, dans la clôture de la parcelle, etc.)
 - C.3. Ligneux fourragers sur des terrains publics:
 - 1) Ligneux attribués à des groupes ou à des communes, à l'Etat, etc.
 - 2) Ligneux non-attribués à des groupes ou à des individus
 - C.4. Alignements de ligneux fourragers (en bords de routes, de voies d'eau, de voies ferrées, etc.)
 - C.5. Aquiforesterie avec des ligneux fourragers.

On peut aussi classer les systèmes de production en fonction du rôle qu'y jouent les arbres (Tableau 3)

Rôle des végétaux ligneux	Spécialisation en production animale	Mobilité des animaux	Association agriculture élevage	Système
Nul	modérée	modérée	faible à moyenne	agropastoralisme
Variable	totale	totale	nulle	nomadisme-pastoralisme
	totale	très grande	nulle ou très faible	transhumance-pastoralisme
	totale	limitée	nulle ou très faible	ranching
	réduite	nulle	forte	agriculture mixte
Important	élevée	moyenne	nulle	sylvipastoralisme
	réduite	très faible	moyenne	agrisylvipastoralisme
	nulle	nulle	nulle	agrisylviculture

Tableau 3 - Systèmes de production d'après le rôle des végétaux ligneux dans la production animale.

Techniques agroforestières

On trouvera ci-après un rappel des principales techniques agroforestières.

Une technique est un ensemble d'outils et de connaissances qui comprend les aptitudes à produire individuelles et collectives. Si l'on y ajoute les institutions, on a affaire à des technologies. Une technologie est une combinaison de techniques et de dispositions institutionnelles. Ainsi la technologie du riz en Asie n'est pas qu'un ensemble de machines, de graines, d'outils, et de connaissances sur les façons de combiner le travail, la terre et l'eau avec ces objets, mais aussi un ensemble particulier d'arrangements institutionnels qui définissent les modes d'utilisation des terres, les pratiques relatives à l'usage de l'eau, les facilités de commercialisation, les occasions d'emploi de main d'œuvre et les obligations envers la main d'œuvre, le régime alimentaire des personnes concernées. On peut rapprocher la technique du "hardware" et la technologie du "software".

Amélioration des pratiques de culture itinérante

Les principaux problèmes créés par la culture itinérante sont la détérioration du sol et la baisse de productivité, qui sont essentiellement dues à l'érosion du sol. On peut améliorer la situation par la pratique des cultures mélangées, par la culture en courbes de niveau, par des brise-vent et par des clôtures autour des champs pendant la phase de culture: mais ces techniques supposent une transformation d'un système itinérant à un système sédentaire. De plus, si des ligneux fourragers peuvent être introduits dans les brise-vent ou les clôtures, la production fourragère en sera augmentée. Mais quand ces pratiques sont adoptées par l'agriculteur, c'est généralement qu'il a pris la décision de passer de la culture itinérante à la culture sédentaire. D'autres techniques se rapprochant du système "taungya" sont plus simples: pour inciter les agriculteurs à rénover des forêts ripariennes ou de dépression formées d'*Acacia nilotica*, le

Service forestier soudanais a fait semer par les paysans des graines de cette espèce en mélange avec le sorgho ou le maïs; les agriculteurs sont payés et la récolte est partagée entre eux et le Service forestier; *Acacia nilotica* est recommandé pour la production de fourrage et son installation au milieu des cultures ne gêne guère celles-ci car son feuillage est léger et son enracinement profond (KADAMBI, 1963); après un an ou deux, les arbres poussent seuls (JACKSON *et al.*, 1950).

Jachères ligneuses

Soit en agriculture itinérante, soit en agriculture sédentaire, les périodes de repos de la terre permettent une remontée de la fertilité. Les ligneux introduits dans la jachère, surtout ceux qui sont fixateurs d'azote, peuvent contribuer à l'amélioration du sol en même temps qu'ils peuvent donner certains produits, comme des feuilles ou des rameaux pouvant servir de fourrage: il n'est pas nécessaire de les conserver jusqu'à ce qu'ils atteignent l'âge adulte pour en tirer des bienfaits, ce qui permet de

récolter ceux-ci pendant la durée de la jachère, qui est généralement courte et de l'ordre de quelques années. Dans un passé récent, les jachères étaient souvent plus longues mais la durée en a souvent été raccourcie en raison de la pression croissante de la population et du besoin en terres de cultures: il en résulte une diminution des avantages de la jachère ligneuse et un abaissement de la fertilité du sol; c'est ce qu'on constate dans les systèmes des jardins à gommiers du Kordofan, au Soudan. Dans ce système, quasi monospécifique en *Acacia Senegal* ou gommier, on laissait les champs se reposer en jachère pendant une période de dix-huit à vingt ans; la jachère était en fait une jachère arborée à gommiers, où l'on récoltait la gomme arabique. La production de gomme commence à être appréciable dès la quatrième année, atteint son maximum vers quatorze à dix-huit ans, puis décline. Pendant cette période de jachère, les arbustes sont pâturés, surtout par les dromadaires quand ils sont grands et par les chèvres quand ils sont encore jeunes; par ailleurs, le gommier étant une Légumineuse fixatrice d'azote, la fertilité du sol se reconstituait pendant la jachère. Au stade de jachère succédait une sole de culture intensive pendant 6 à 8 ans, et une troisième sole était cultivée aussi, mais moins intensément, où on laissait se réinstaller les gommiers, provenant notamment de graines ayant passé par le tractus intestinal des animaux. Ce système, de type agri-sylvi-pastoral, était en équilibre, en ce qu'il permettait le maintien de la fertilité du sol. En raison de l'augmentation de la population humaine et du manque de terres arables, on a été amené à réduire de plus en plus la durée de la jachère arborée, et la fertilité ne s'est plus rétablie. Aussi les récoltes n'ont cessé de baisser, tant sur les cultures que sur les gommiers, et la production fourragère est devenue insuffisante.

En raison de la compétition pour l'eau, la technique de la jachère ligneuse est toutefois d'une application restreinte dans les régions sèches sauf si la durée de la jachère peut être assez longue;

mais elle convient bien aux régions sub-humides et humides. Parmi les espèces les plus communes qu'on utilise dans ces régions pour améliorer le sol: *Calliandra calothyrsus* et *Leucaena leucocephala*, mais très inégales en tant que productrices de fourrage, car la seconde est appréciée en dépit du risque d'empoisonnement à la mimosine, mais la première est très fréquemment riche en tanins et assez peu appréciée.

Plantation d'arbres sur des limites

Les végétaux ligneux qu'on aura plantés pour marquer des limites de champs ou de propriétés pourront faire l'objet de taille, d'élagage, de recépage ou d'émonde pour fournir du fourrage de brouet. Ils jouent également un rôle dans l'ombrage, contre les vents, sur la fertilité des sols, etc. Ils peuvent aussi, tout simplement, être coupés lorsqu'ils auront atteint certaines dimensions commercialisables, pour être vendus ou pour être utilisés par le propriétaire, mais dans ce cas, on n'a affaire à un système agroforestier que si des interactions importantes sont voulues entre l'arbre et les autres productions qui l'accompagnent.

Clôtures vivantes

On appelle clôtures vivantes des clôtures constituées d'arbres ou d'arbustes vivants qui sont reliés entre eux par des matériaux morts (branches mortes, fil de fer barbelé ou non, planches, plaques de tôle, panneaux de polystyrène ou feuilles de plastique, dosses de scierie, etc.) de façon à constituer une gêne au passage des animaux ou des humains. Elles se distinguent donc des haies (ou haies vives) qui sont constituées d'alignements continus de végétaux vivants, généralement des arbrisseaux ou des sous-arbrisseaux, suffisamment serrés pour constituer une clôture et former obstacle au passage des animaux (leur objet le plus fréquent); elles se distinguent aussi des clôtures mortes (ou haies mortes), qui sont des haies constituées par des alignements d'éléments végé-

taux morts (branches en général, arbustes, sous-arbrisseaux, etc.) assez serrés pour empêcher le passage.

De préférence, les clôtures vivantes ne doivent pas être constituées d'espèces alibiles afin de ne pas être mangées par le bétail ou par les animaux sauvages, en particulier si la clôture est installée pour marquer la limite d'un parc à bétail. Toutefois, si les arbres sont assez hauts pour échapper à la dent du bétail, on peut utiliser des espèces fourragères, qu'on pourra alors élaguer ou émonder pour en récolter du fourrage de brouet.

Haies

Constituées par une ou plusieurs lignes de faible ou moyenne hauteur (pas plus de 2 à 3 m en général) de végétaux généralement vivants ou quelquefois morts (haies mortes), assez proches les uns des autres pour former barrière, les haies sont généralement conduites avec des coupes assez fréquentes de façon à constituer une masse végétale dense de tiges, de branches et de rameaux formant une sorte de mur continu. Dans les régions sèches, la compétition pour l'eau rend quelquefois difficile la constitution de haies, sauf avec des végétaux xérophiles, comme par exemple les Euphorbiacées, qui sont souvent utilisées à cet effet, notamment *Euphorbia Tirucalli* et *Jatropha Curcas*, ou, comme il est commun en Tunisie et en Afrique du Nord en général *Opuntia Ficus indica*. Les haies peuvent fournir un apport substantiel de fourrage quand elles sont composées avec des végétaux fourragers.

Dans les systèmes de cultures en couloirs, dont il est fait mention ci-après, les haies sont associées en ensembles d'éléments parallèles suivant les courbes de niveau en général.

Culture en couloirs

Cette technique consiste à établir des haies parallèles entre lesquelles on installe des cultures, généralement annuelles. Elle convient mieux aux zones

humides qu'aux zones sèches, où son installation n'est facile que si des possibilités d'irrigation existent. Elle peut produire du bois, du feuillage fourrager, des aliments, et offrir un abri dans les zones sèches. La technique est souvent combinée avec des techniques de conservation des sols, par exemple en faisant suivre aux haies le tracé de courbes de niveau. A l'origine, les cultures en couloirs ont été conçues pour apporter au sol des éléments nutritifs et retarder la baisse de fertilité qu'entraînent les cultures. Mais les agriculteurs préfèrent en général utiliser le produit des haies comme fourrage, soit par brouillage direct sur pied, soit en affouragement à l'auge. Dans ce cas, la restitution au sol des éléments nutritifs peut se faire en lui apportant comme fumier les fèces des animaux affouragés.

La complexité des phénomènes interactifs dans les cultures en couloirs est telle qu'OLDEMAN (1990) a pu écrire, rendant hommage à la science agroforestière des populations indigènes: "Les systèmes à la mode de culture en couloirs pourraient bien paraître aux yeux de beaucoup de paysans traditionnels comme de simples terrains de jeu pour débutants".

Brise-vent et rideaux-abri

Les brise-vent sont des alignements minces de végétaux, généralement ligneux, et le plus souvent de grande hauteur, normalement rectilignes, orientés perpendiculairement aux vents nuisibles dominants, qui protègent les terres cultivées, les pâturages, les voies de communication, les établissements humains du vent et du sable et des poussières entraînés par le vent. Les brise-vent peuvent être constitués de plusieurs strates de végétation; ils peuvent aussi comprendre plusieurs lignes parallèles de végétaux accolées les unes aux autres. Parmi les réalisations remarquables de brise-vent en Afrique, il convient de mentionner: les brise-vent côtiers réalisés dès le début du siècle au Sénégal, avec des filaos, les quelques 80 km de

brise-vent installés vers 1972 dans l'Etat de Kano (Nigéria) avec une rangée centrale d'*Azadirachta indica* bordée du côté au vent ou des deux côtés par deux lignes d'*Acacia nilotica*, le réseau de brise-vent installé au Cameroun vers 1960 entre Mora et Mokolo, au nord des Monts Mandara.

Par rideaux-abri nous entendons conventionnellement des brise-vent très longs (jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres) et très larges (jusqu'à plusieurs centaines de mètres), qui protègent des régions étendues contre les effets du vent et des matériaux qu'il transporte. Les rideaux-abri constituent quelquefois, comme dans les vastes plaines d'Ouzbekistan, de Russie ou d'Ukraine, l'élément primaire d'un réseau de lutte contre le vent, auquel seront reliés des brise-vent larges qui constituent les éléments secondaires du réseau et des brise-vent plus minces, qui en constitueront les éléments tertiaires; en principe, tous ces alignements sont plus ou moins parallèles puisqu'ils sont censés être perpendiculaires au vent; toutefois, il arrive que ces alignements parallèles soient reliés entre eux par des brise-vent non-perpendiculaires au vent nocif principal, mais perpendiculaires à un vent secondaire, soufflant par exemple seulement à une saison donnée; l'ensemble constitue alors réellement un réseau, avec un maillage plus ou moins dense d'éléments de rangs divers.

On notera que des haies, même basses et herbacées, des clôtures vivantes, des haies mortes peuvent avoir un rôle de brise-vent dans la mesure où elles sont orientées convenablement; mais des brise-vent véritables et de bonne qualité, pour être efficaces, doivent avoir une structure perméable au vent et non constituer une barrière plus ou moins étanche. Ceci, de même que leur orientation constamment perpendiculaire au vent, les distingue de ces autres alignements. Dans la pratique, il arrive souvent que des brise-vent soient installés avec une orientation qui n'est pas exactement, voire pas du tout perpendicu-

laire au vent qu'il devraient freiner: cela est fréquent dans les réseaux de pseudo-brise-vent installés en bordure de canaux desservant des cultures irriguées, parce qu'on n'a songé à installer les brise-vent qu'après que les canaux aient été construits, et parce que l'orientation des canaux n'est évidemment pas forcément perpendiculaire à la direction du vent: c'est ce qui se passe par exemple dans le réseau de la station de la SAED à Bakel (Sénégal), ou autour des cultures irriguées que les Italiens avaient installées près de Jamale en Somalie, et, sur une vaste échelle, avec les *Casuarina equisetifolia* installés le long de milliers de champs et de canaux en Egypte et au Soudan septentrional.

Ligneux dispersés sur des terres agricoles

Il peut s'agir de plantes ligneuses qu'on a laissées lors du défrichement, et ce sont alors généralement de gros arbres qu'on n'a pas pu enlever, faute de moyens, ou des arbres qui présentent un grand intérêt par leurs productions (comme les nérés ou les karités au Mali, qui sont alimentaires), ou bien des végétaux ligneux qu'on a plantés. Ces ligneux sont quelquefois fourragers comme les *Acacia sieberiana* que l'on laisse sur pied les Dinkas du Soudan nilotique lorsqu'ils défrichent de nouveaux champs, ou à buts multiples, dont la production de fourrage, comme les *Faidherbia albida* que maintiennent notamment les Sérers du Sénégal, ou même qu'ils plantent dans leur champs lorsque la végétation naturelle n'en comprend pas assez.

Ligneux dispersés sur des terres à pâturage

Les végétaux ligneux dispersés sur les pâturages ont généralement des fonctions multiples: la première de celles-ci est souvent de produire du fourrage. Cela pose un grand nombre de questions, touchant à l'accessibilité, à l'appétibilité, à la digestibilité et à la valeur nutritive des fourrages ligneux, ainsi qu'à leur

rythme saisonnier, aux avantages indirects qu'ils apportent en tant qu'abri, au nombre qu'ils doivent être par unité de surface pour donner les rendements les plus élevés et les plus réguliers, etc.

Bien souvent, les ligneux plantés sur les pâturages ne poussent pas bien; c'est que les pâturages sont souvent installés sur les moins bonnes terres, les moins fertiles ou les plus superficielles. C'est ce qu'a remarqué KERKHOF (1990) au Projet agro-pastoral de Nyabisindu, au Rwanda: le taux de survie des arbres plantés dans les pâturages était moins élevé que celui des arbres plantés dans les terres de culture et ils croissaient moins rapidement. Sur les terres marginales utilisées pour le pâturage, quatre fois moins d'arbres survivaient que sur les terrains cultivés pourtant proches, où la croissance en hauteur était de 1,5 à 3 fois plus rapide. Ces résultats, que l'on retrouve dans beaucoup d'autres projets peuvent être dus à la sévère compétition au niveau des racines dans les pâturages, alors que les terrains cultivés sont dés-herbés. Ils sont dus aussi pour une grande part au rôle néfaste des animaux d'élevage sur les jeunes plants.

TORQUEBIAU (1995, comm. pers.) a attiré notre attention sur le fait que les plantations d'arbres, et en particulier fruitiers, étaient communes dans les pâturages. Il rappelle l'encyclopédie d'arboriculture fruitière publiée par Joseph VERCHER vers 1930 probablement, où il est écrit (p. 25): "Si les lignes d'arbres sont suffisamment espacées (15 à 20 mètres) et que des céréales ou d'autres plantes y soient cultivées, on est en présence d'un *verger agreste*". Sont également utilisées dans cet ouvrage les termes "*pré-verger*" et "*potager-verger*" pour désigner un pré et un potage plantés d'arbres, fruitiers en général. Quand les arbres sont nombreux dans une prairie, on parle de "*prairie complantée*" (CLEMENT, 1981). Quand au *jardin fruitier*, il s'agit pour VERCHER d'un espace ordinairement clos de murs et consacré uniquement à la culture des arbres fruitiers.

Banques de fourrage

La plantation d'arbres, d'arbustes ou d'arbrisseaux fourragers peut aider à réduire le hiatus dans l'approvisionnement en fourrage qui se produit souvent, - toujours dans les zones arides et semi-arides -, pendant les mois les plus secs. On dit que ces fourrages aident à "faire la soudure". Dans de nombreux cas, les banques fourragères sont établies en plein et ne constituent des systèmes agroforestiers que par leur rôle économique; elles n'ont pas, bien souvent, une influence sur des cultures associées et ne sont que marginales dans les techniques agroforestières, même si elles sont d'un appoint important pour l'économie du paysan.

Arbres-abri

L'ombre que procurent les arbres feuillés peut fournir une protection efficace contre le stress provoqué chez les animaux par la chaleur ou même contre le vent ou la pluie. De tels arbres-abri peuvent être en même temps des producteurs de fourrage.

Ligneux pour la conservation du sol

Les ligneux qu'on utilise en conservation du sol, par exemple pour améliorer l'infiltration de l'eau, pour réduire la déflation ou l'érosion, pour stabiliser le sol sur des terrasses, des banquettes ou sur d'autres ouvrages de conservation du sol, peuvent aussi contribuer à la production fourragère s'ils sont convenablement choisis. Ils ne doivent pas être directement broutés pour éviter notamment que le sol soit tassé par les animaux, ce qui endommagerait les ouvrages; le système doit donc prévoir les possibilités de coupe et de transport du fourrage hors parcelle.

Ligneux pour la gestion de l'eau

Lorsqu'on utilise des végétaux ligneux pour abaisser le niveau de l'eau, par exemple dans des zones marécageuses,

on doit s'efforcer de choisir dans la mesure des besoins, des espèces fourragères, comme les aulnes ou les peupliers ou *Mitragyne ciliata*. Sur des terres temporairement inondées qui contiennent beaucoup de sel et où l'évapotranspiration est très forte, des halophytes ligneuses, comme les tamaris, peuvent absorber d'importantes quantités de sel et constituer un excellent fourrage pour les dromadaires, qui ont un grand besoin de sel en raison de leur système digestif particulier.

Jardins de case à végétaux ligneux et forêts-jardins

Beaucoup plus communs et surtout plus riches dans les zones humides que dans les zones arides *sensu lato*, les jardins de case à végétaux ligneux contiennent surtout quelques arbres donnant de l'ombre, des arbres, des arbustes et des arbrisseaux donnant des fruits ou des feuilles consommables par l'Homme, mais il en est aussi qui donnent des feuilles servant de fourrage aux animaux. On les appelle aussi jardins de case tropicaux à strates multiples et TORQUEBIAU a montré dans quelle mesure ils étaient durables (1991). Les jardins de case ne possèdent pas tous des végétaux ligneux; il n'est question ici que de ceux qui contiennent des ligneux. Les jardins de case à végétaux ligneux sont des systèmes agroforestiers d'utilisation des terres qui comportent des arbres, des arbrisseaux ou des arbustes en association intime avec des cultures saisonnières et pérennes et avec des animaux; situés autour des habitations individuelles, ils sont gérés par la famille (FERNANDES *et al.*, 1986).

Les forêts-jardin ou agriforêts sont situés dans des zones humides, leur luxuriance est plus grande que celle des jardins de case. Au contraire des forêts-parc, où une espèce domine et où le nombre d'espèces associées est très faible, le nombre des espèces ligneuses y est généralement élevé. et leur structure comme leur rôle sont complexes (BAUMER, 1994);

elles sont toujours plus éloignées des habitations que ne le sont les jardins de case, qui, par définition, entourent l'habitation. Alors que les jardins de case sont plutôt des jardins cultivés où l'on a planté des ligneux, les forêts-jardin sont plutôt des forêts qu'on a éclaircies pour y installer des cultures, voire des animaux, et qu'on a enrichies en y favorisant les espèces les plus utiles de la forêt d'origine. Il ne faut pas confondre les forêts-jardin avec les forêts jardinées: celles-ci sont un mode de traitement des forêts (de sapin par exemple, ou de sapin et de hêtre) où l'on retrouve sur la plus petite surface possible des arbres de tous les âges, des jeunes semis aux arbres mûrs. Jardins de case et forêts-jardin produisent une multitude de biens utiles qui incluent animaux et cultures. Les jardins de case et les forêts-jardin sont très communs dans les paysages du Sud-Est asiatique, en particulier en Indonésie.

Ligneux de plantation

Les arbres, arbustes ou arbrisseaux de plantation sont des ligneux qui sont plantés à grande échelle et souvent sur de grandes surfaces et par de puissants groupes industriels, en général pour donner des produits servant de base à des industries alimentaires.

Ainsi de la sériciculture qui permet l'élevage de vers à soie, comme dans les savanes arborées du nord-ouest du Burkina Faso, ou de l'élevage d'autres



Fig. 4 - Affouragement de poissons avec des feuilles de Sesbania Sesban au Centre agroforestier de Jamhuri du Ministère kényan de l'Energie, près de Nairobi.

Insectes, de vers, d'iguanes, etc., en association avec une production ligneuse.

Il existe des grandes similitudes entre ce que peut apporter la sylviculture conventionnelle et l'agroforesterie. La sylviculture traditionnelle sait utiliser:

- ♦ des espèces d'arbres qui supportent les sols pauvres,
- ♦ des arbres qui vivent en cycle fermé quant aux éléments nutritifs,
- ♦ l'augmentation de fertilité du sol par les ligneux,

- ♦ les ligneux pour lutter contre l'érosion, pour accroître l'infiltration, pour réduire la compaction du sol,
- ♦ les ligneux pour réduire l'incidence de la sécheresse et des inondations.

Mais la foresterie classique n'intéresse pas le paysan en général et surtout pas celui qui manque de terres et c'est la grande différence avec l'agroforesterie, qui tient le plus grand compte de la satisfaction des besoins du paysan tels que lui-même les conçoit.

2. Des arbres, arbustes et arbrisseaux

Les arbres sont des végétaux ligneux, ordinairement monocaulés, de plus de 7m de hauteur. Cette hauteur a été choisie arbitrairement, par des botanistes et des forestiers européens. Les arbres donnent du bois mais aussi d'autres produits: dans la langue des Maasai, le mot "olchami" désigne un arbre ou un médicament, ce qui illustre un de leurs rôles encore très important dans de nombreux pays en voie de développement, celui de pourvoyeurs de produits médicinaux et pharmaceutiques, de poisons et de drogues; cette caractéristique en fait souvent des végétaux protégés par des traditions. Les arbustes sont des végétaux ligneux monocaulés de moins de 7m de hauteur. Les arbrisseaux sont des végétaux ligneux multicaulés, qui ont moins de 7m de hauteur en général. Comme les arbres, ils peuvent avoir des fonctions multiples et variées, fournissant du bois d'oeuvre rarement, mais aussi du bois de feu à utiliser directement ou sous forme de charbon de bois, des piquets, des tuteurs, des pylônes, des piliers, des matériaux de construction, du mobilier, des aliments, du fourrage, des liens, des teintures, et toutes sortes d'autres produits et de services.

Cette division entre arbres, arbustes et arbrisseaux est conventionnelle, mais pratique. Sauf indication contraire, on considère que le végétal est dans sa forme adulte avant de le classer: ainsi, d'un jeune plant d'acajou, dira-t-on, par convention, que c'est un arbre. Toutefois, dans certains travaux, comme par exemple dans les relevés phytosociologiques, le végétal est-il décrit suivant sa forme réelle et non dans sa forme adulte idéale: alors, un jeune plant d'acajou de 4 m de haut sera-t-il appelé arbuste. Mais il est préférable dans un tel cas, de préciser la hauteur de la plante pour éviter toute erreur et de dire "arbre de 4 m de haut", ce qui est, évidemment, quelque peu contradictoire.

On remarquera aussi qu'il est quelques végétaux ligneux de très grandes dimensions, notamment sous les tropiques, qui ont plusieurs troncs bien distincts dès la base; pour ceux-ci, on peut préciser "arbres à plusieurs tiges" ou "arbres multicaulés".

Rôle des ligneux dans l'alimentation des animaux

À la veille de la Seconde Guerre mondiale, le paysan français consacrait 75% des surfaces qu'il exploitait à nourrir son bétail:

- ♦ plus de la moitié des céréales qu'il produisait;
- ♦ près de la totalité de l'avoine et du maïs;
- ♦ 90% du sarrasin;
- ♦ 70% du seigle;
- ♦ 4/5 de l'orge;
- ♦ plus de 5% du blé;
- ♦ du son, des issues, des balles, de la paille;

le tout équivalent à $5,5 \times 10^6$ ha de céréales fourragères, plus $11,8 \times 10^6$ ha enherbés en permanence, plus $3,5 \times 10^6$ ha de prairies artificielles et temporaires, plus du fourrage cultivé, plus des racines de cultures sarclées, plus 50% de pommes de terre. Au total, 24×10^6 ha étaient consacrés à la nourriture du bétail! Mais on ne faisait pas état du brouet, qui était cependant encore important, notamment dans les montagnes, dans les forêts pour les porcs, et dans la région méditerranéenne pour les moutons et les chèvres.

Cependant les Bureaux agricoles de l'Empire britannique écrivaient en 1947: "Cela devrait rendre humbles les spécialistes des pâturages herbacés de réaliser qu'il y a sans doute davantage

d'animaux qui se nourrissent des arbres et des buissons ou d'associations où ils jouent un rôle important que de pâturages à base de Graminées ou de Légumineuses herbacées." et DOUGALL *et al.* (1958) publiaient une longue liste de plantes de brouet pour le Kenya.

La stratégie du CIPEA souligne qu'une alimentation adéquate du bétail dépend de la disponibilité en fourrage convenable et de sa bonne gestion. En Afrique en particulier, l'approvisionnement en fourrage est limité par la fertilité restreinte du sol et par la distribution erratique et irrégulière des précipitations. Il en résulte presque partout un problème saisonnier: il est difficile de trouver du fourrage assez nutritif et en quantité suffisante pendant les mois les plus secs de l'année, et il est fondamental pour l'éleveur de trouver une solution pour "assurer la soudure", c'est-à-dire pour approvisionner son cheptel en fourrage pendant la saison sèche. L'une des solutions est de conserver et de stocker le fourrage depuis le moment de sa croissance jusqu'au moment de son utilisation par le bétail, ce qui peut être fait par différents moyens, comme le fanage ou l'ensilage très peu utilisés en Afrique, qui exigent, il est vrai, de la main-d'oeuvre au moment où celle-ci est nécessaire à l'agriculture. La mauvaise qualité de la M.S. est due à une digestibilité beaucoup plus faible que dans le cas des fourrages tempérés. Pendant les périodes difficiles, des insuffisances en certains minéraux peuvent également apparaître. Par ailleurs, dans les zones les plus sèches, la nourriture est très dispersée dans l'espace, ce qui oblige à faire dépenser beaucoup d'énergie aux troupeaux pour chercher leur nourriture, si des mesures adéquates d'emmagasinement n'ont pas été prises en temps utile. Par contre, dans les régions les plus humides, la matière sèche produite contient souvent une quantité insuffisante

d'éléments nutritifs, ce qui est dû à la faible fertilité du sol, et le bétail ne peut absorber d'assez grandes quantités pour assurer sa production optimale. Les sous-produits de l'agriculture sont peu utilisés. Bien que les terres à pâturage n'aient cessé d'être entamées par des mises en culture souvent intempestives, par la déforestation inconsidérée et par un assèchement de l'environnement. L'utilisation des sous-produits agricoles est limitée, ce qui s'explique en partie par:

- la faible densité du cheptel dans la plupart des régions d'où proviennent ces sous-produits agricoles;
- le rapport volume/poids élevé des sous-produits agricoles, ce qui augmente leur coût de transport;
- la disponibilité de sous-produits agricoles dans des formes impropres à l'utilisation directe par les animaux;
- le manque de connaissance des valeurs nutritives des sous-produits agricoles.

Il existe cependant des exceptions, comme l'embouche des bœufs dans les Monts du Mandara, au Cameroun, étudiée par THYS *et al.* (1986).

La recherche et les services de vulgarisation ont fait de grands efforts pour améliorer l'approvisionnement fourrager et minéral des animaux. Par exemple, la mise au point de plants de coton sans glandes (Anon., 1990) permet désormais d'utiliser cette plante dans l'alimentation des animaux et même dans l'alimentation humaine. Lorsqu'un secteur laitier commercial est apparu, cela s'est toujours fait en liaison avec le développement de cultures fourragères et/ou d'améliorations pastorales. La recherche sur l'aménagement des terrains de parcours n'a pas jusqu'à présent conduit à la découverte de techniques économiquement viables et socialement acceptables par les pasteurs traditionnels, permettant d'augmenter sensiblement la productivité primaire ou secondaire à l'hectare.

Nous avons défini par ailleurs (BAUMER, 1992) notre conception des "pseudo-steppes". Ce sont pour nous des types de végétation qui appartiennent à la cinquième classe de l'UNESCO (UNESCO, 1973), c'est-à-dire qui sont des types essentiellement herbacés. A l'exception de quelques espèces ligneuses qui peuvent s'y trouver, arbustes ou arbrisseaux, et arbres très rarement, leur hauteur est inférieure en général à 0,5 m; les annuelles y sont nombreuses ou dominantes, quelquefois exclusives; mais surtout la végétation s'y arrête du fait de la sécheresse en saison chaude, alors que la végétation dans les steppes s'arrête du fait des basses températures, en saison froide.

Dans les pseudo-steppes d'Afrique et de Madagascar, "les espèces ligneuses, très dispersées ou au contraire rassemblées en fourrés denses dans certaines stations favorables, sont en majorité épineuses (*Acacia*, *Balanites*, *Zizyphus* sp. pl., etc.) et constituent une ressource fourragère importante, surtout pour les caprins et les chameaux" (UNESCO *et al.*, 1981). Dans le sud-ouest de Madagascar domine un fourré arbustif dense: "les ovins et caprins surtout, mais également les bovins, y trouvent une alimentation riche et variée, sinon abondante" (BOSSER, 1954). En Inde, "l'ombrage léger de la strate ligneuse à dominance de *Prosopis cineraria* favorise la croissance des Graminées qui peuvent atteindre 100 à 120 cm dans les régions les mieux arrosées ... L'élevage intensif des ligneux fournit le complément de fourrage indispensable en saison sèche" (UNESCO *et al.*, 1981: 31).

Dans le sud tunisien ($P < 200 \text{ mm} \cdot \text{an}^{-1}$) FLORET (cité par LE HOUEROU, 1973) cite des biomasses de $1 \text{ t M.S.} \cdot \text{ha}^{-1}$ (dont 0,4 appétible) pour des communautés à *Rhanterium suaveolens* et de 0,5t (dont 0,2 appétible) pour *Artemisia herba alba* et *Arthrophytum scoparium*. NOVAKOFF *et al.* (1975) ont montré qu'un peuplement de *Rhanterium suaveolens* produisait $187 \text{ kg M.S.} \cdot \text{ha}^{-1}$ pendant la période de pâturage (le printemps) et 65

kg auparavant. En Algérie, MIROCHINTCHENKO (in RODIN *et al.*, 1970) a trouvé une biomasse de $0,8 \text{ à } 1 \text{ t M.S.} \cdot \text{ha}^{-1}$ pour des groupements à *Artemisia herba alba* ou à *Arthrophytum scoparium*; il a montré que les halophytes étaient beaucoup plus productives ($3,7 \text{ t M.S.} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ pour *Atriplex Halimus*). Ces données doivent être interprétées avec prudence: elle concernent souvent les seules espèces appréciées et on ne peut savoir avec précision à quelle fraction de l'écosystème elles se rattachent. D'une façon générale, l'amélioration pastorale des zones arides *sensu lato* est possible, ne serait-ce que par des plantations de ligneux fourragers, comme l'a fait l'Iran qui avait planté en 1988 plus de 43 000 ha avec *Atriplex canescens*, *A. lentiformis* et *Haloxylon persicum*, doublant les ressources fourragères des territoires en cause. Bien qu'il ne s'agisse pas à proprement parler d'un végétal ligneux, le cactus inerme y est souvent assimilé; la Tunisie en avait planté plus de 50 000 ha en 1988 avec *Atriplex nummularia*, *Racospermum salignum* et *R. ligulatum*, tandis qu'*Acacia tortilis* était surtout utilisé au Rajasthan (Inde). *Prosopis cineraria* et *Acacia Senegal* au Pakistan (MERGEN, 1988).

Au Cameroun, PIOT (1970) a calculé que 30 à 110 $\text{kg M.S.} \cdot \text{ha}^{-1}$ étaient produits et exploitables par le bétail dans des savanes montagnardes à climat soudano-guinéen.

Mais dans son manuel, remarquable par ailleurs, sur la gestion des exploitations agricoles au Kenya, STOTZ (1983) néglige complètement les ligneux. Dans l'étude de Winrock International (1978) sur le rôle des ruminants, sont étudiées les ressources fourragères potentielles mondiales, mais les ligneux n'y figurent que dans la légende de photographies, où ils sont à peine mentionnés ! Dans les zones humides, le problème de l'approvisionnement en fourrage est moins aigu que dans les zones sèches, aussi y fait-on peu mention de systèmes agroforestiers avec une composante fourragère, ou

bien oublié-t-on de mentionner les composantes fourragères des systèmes.

On ne pense généralement pas au rôle important que peuvent jouer les ligneux dans l'alimentation des animaux. Cependant, la F.A.O. (1989) rappelle qu'en Afrique du nord, le principal revenu qui est tiré de la forêt est le pâturage. Au Maroc, la forêt produit une moyenne de 1,5 million U.F. qui représentent suivant les années et suivant les régions approximativement de 15 à 50% des besoins alimentaires des troupeaux. Dans le nord de l'Algérie, la forêt et les pseudo-steppes sous régime forestier permettent l'entretien de 16,5 millions d'ovins. En Tunisie, 44% des besoins en énergie de la population ovine totale sont fournis par la forêt. Le pâturage en forêt fournit des revenus non seulement au propriétaire de la forêt, mais aussi au propriétaire des animaux. Dans la plupart des cas, l'utilisation des terrains forestiers est ouverte à tous, sous le régime des terres non attribuées, et il en résulte bien souvent un fort surpâturage. Autour de la Méditerranée, de gros troupeaux industriels viennent s'ajouter à ceux des habitants de la forêt, qui sont encore moins respectueux des règles de sauvegarde de l'environnement, notamment en ce qui concerne les incendies: bien que ceux-ci aient toujours existé, l'utilisation croissante de la forêt par des éleveurs allochtones peu soucieux de la conservation des ressources naturelles accroît considérablement les risques d'incendies, comme le montre la multiplication des feux au cours de l'été depuis quelques années.

Le rôle des ligneux dans l'alimentation des animaux peut être considérable; ainsi, GUERIN *et al.* (1986 b), dans le sud du Bassin arachidier au Sénégal, ont étudié la composition botanique du régime de bovins, de caprins et d'ovins par la technique dite "de la collecte du berger" (GUERIN *et al.*, 1983), qui prend en compte le nombre de contacts entre la bouche de l'animal et les plantes et exprime aussi en pourcentage du temps d'ingestion le temps consacré à chaque

espèce. Les ovins apparaissent toujours comme des consommateurs intermédiaires entre les bovins et les caprins (DICKO *et al.*, 1984). Les feuilles et fruits des ligneux montrent une richesse en M.A.D. bien supérieure à celle des autres sources de nourriture puisqu'elle est comprise entre 80 et 200 g M.A.D.kg M.S.⁻¹, alors que les feuilles d'arachide, qui viennent ensuite n'en ont que 100 à 130, et les feuilles et fruits d'espèces herbacées diverses entre 50 et 70. Les principaux végétaux ligneux identifiés dans la zone d'étude étant: *Combretum glutinosum*, *C. nigricans*, *Securidaca longipedunculata*, *Heeria insignis* et *Acacia ataxacantha*. Le total des espèces ligneuses inventoriées est de 56. L'importance des ligneux dans le régime est grande, en partie parce que les comptages ont été faits en années particulièrement sèches, où les Graminées étaient peu nombreuses. La part des ligneux dans l'alimentation des bovins (6074 observations sur 12 mois) a atteint 50% en mai-juin, est restée supérieure à 30% pendant la moitié de l'année (saison sèche) et n'est jamais descendue en dessous de 15%, en pleine saison des pluies. Les caprins ont une consommation de ligneux étalée plus régulièrement sur

toute l'année et ayant atteint 70 %, sans jamais descendre en-dessous de 45%. Les ovins ont une position intermédiaire: leur consommation s'est abaissée à moins de 10% pendant un mois en fin de saison des pluies, mais elle a atteint 50%, le maximum se situant en saison sèche. Les auteurs remarquent que s'ils sont en présence d'une diversité suffisante d'espèces ligneuses et de résidus de récoltes, les animaux sont capables de se constituer une ration équilibrée; ils en tirent une conclusion importante pour l'agroforesterie: il serait très utile d'introduire ou de réintroduire dans le paysage des haies de ligneux, dont la composition botanique judicieuse permettrait de faire soit des réserves de fourrage, soit de simples clôtures non appréciées par les animaux.

Il y a seulement une dizaine d'années, la presque seule espèce vraiment agroforestière et spécialement sylvi-pastorale un peu connue et partout citée était *Leucaena leucocephala*. On commence à se rendre compte que l'agroforesterie ne sera viable que lorsqu'elle disposera d'un beaucoup plus grand nombre d'espèces à sa disposition, comme l'ont rappelé STEPLER *et al.* (1987); dans les

	réseau plateaux S.E. Afrique à miombo	réseau hautes terres d'Afrique C. et E.	réseau basses terres ouest Afrique
nombre total d'essais	26	18	5
essais avec:			
<i>Leucaena leucocephala</i>	12	10	3
<i>Sesbania Sesban</i>	14	9	1
<i>Calliandra calothyrsus</i>	1	11	1
<i>Ghricidia Sepium</i>	2	1	2
<i>Cajanus Cajan</i>	3	-	2
<i>Senna Siamea</i>	2	1	1
<i>Casuarina equisetifolia</i>	1	3	-
autres espèces	12	20	2
nombre total d'espèces	47	55	12

Tableau 4 - Espèces agroforestières utilisées en 1990 dans les essais du réseau AFRENA de l'ICRAF.

Source: ICRAF, 1990

DES ARBRES, ARBUSTES ET ARBRISSEAUX

Espèces plantées	avril 1988-mars 1989			avril-novembre 1989			2 ans
	Arbres	Gram.	Total	Arbres	Gram.	Total	Total
<i>Leucaena leucocephala</i> (2 rangs)	4,3	-	4,3	8,4	-	8,4	12,7
<i>Sesbania Sesban</i> (2 rangs)	17,6	-	17,6	8,9	-	8,9	26,5
<i>Calliandra calothyrsus</i> (2 rangs)	9,6	-	9,6	10,3	-	10,3	19,9
<i>Pennisetum purpureum</i> (2 rangs)	-	31,8	31,8	-	69,0	69,0	100,8
<i>Leucaena</i> + <i>Pennisetum</i> (1 rang chac.)	4,4	-*	4,4	7,4	37,0	44,4	48,8
<i>Sesbania</i> + <i>Pennisetum</i> (1 rang chac.)	14,5	-*	14,5	5,3	37,5	42,8	57,3
<i>Calliandra</i> + <i>Pennisetum</i> (1 rang chac.)	6,8	-*	6,8	6,5	24,1	30,6	37,4

* *Pennisetum* n'a pas été planté en combinaison avec des buissons avant novembre 1988.

Tableau 5 - Biomasse (kg M.V. m⁻¹) de rangs de végétaux ligneux à usages multiples (M.P.T.S.) et de Graminées plantés sur des courbes de niveau à Maseno, Kenya.

Source: ICRAF, 1990

essais du programme AFRENA en cours en 1989, on trouvait d'ailleurs (ICRAF, 1990) jusqu'à 34 espèces (Tableau 4) dont on étudie la conduite, ce qui est une nette amélioration mais seulement un début.

Dès 1991, le nombre des ligneux à usages multiples (M.P.T.S.) à l'essai par l'ICRAF, avait augmenté. On trouvait ainsi (ICRAF, 1992) des essais de sélection sur :

- 63 espèces à Gahuta au Rwanda
- 45 espèces à Rwerere au Rwanda
- 42 espèces à Maseno au Kenya
- 3 espèces à Machakos au Kenya
- 30 espèces à Onne au Nigéria
- 12 espèces à Ibadan au Nigéria
- 25 espèces à Mashitsi au Burundi
- 13 espèces à Karuzi au Burundi
- 10 espèces à Sangmelina au Cameroun
- 10 espèces à Yaoundé au Cameroun
- 37 espèces à Makoka au Malawi
- 16 espèces à Chalimbana en Zambie
- 10 espèces à Tabora en Tanzanie

Le nombre des espèces utilisées a continué d'augmenter de 1993 à 1996. Parmi les autres espèces utilisées dans le réseau AFRENA des hautes terres d'Afrique centrale et orientale, on notait: *Morus alba*, *Sesbania macrantha*, *Grevillea robusta*, *Spathodea campanulata*, *Hovenia dulcis*, *Acrocarpus fraxinifolius*, *Cedrela serrata*, *Crotalaria ochroleuca*, *Tephrosia Vogelii*, *Albizia*

gummifera, *Mimosa invisa*, *Casuarina cunninghamiana*, *Erythrina abyssinica*, *Alnus nepalensis*, *Tipuana Tipu*, *Melia Azedarach*, *Markhamia lutea*, etc. Dans la reconnaissance des végétaux ligneux utiles faite en mai et juin 1989 dans le cadre du programme AFRENA dans plusieurs Districts autour de Chipata en Zambie et de Makoka au Malawi, 78 paysans interrogés ont identifié 112 ligneux utiles, dont 58 utilisés pour le bois de feu, 52 pour les fruits, 39 pour des produits médicinaux, 33 pour du bois d'oeuvre ou de construction, 17 seulement pour le fourrage de brouet, 15 pour l'ombrage des maisons, 11 pour l'amélioration de la fertilité du sol et 9 pour des haies. Dans une étude similaire conduite la même année autour de Tabora (Tanzanie), les paysans ont mentionné comme leur principale préoccupation l'accroissement de la fertilité du sol, suivie par la production de fruits, celle de bois de feu, puis la production de brouet, puis de produits médicinaux et de haies.

A Maseno (Kenya), la plus forte production de M.V. au bout de 12 mois a été obtenue de certaines provenances de *Calliandra calothyrsus*, de *Gliricidia Sepium* et d'*Acrocarpus fraxinifolius*, qui ont donné de 12 à 20 kg M.V. arbre⁻¹. an⁻¹. La biomasse récoltée au bout de 12 mois était nettement supérieure à celle récoltée après 6 ou 8 mois plus les repousses jusqu'à 12 mois. Dans un essai

de cultures en couloirs, on a obtenu 18,1 kg M.V.m⁻¹. 20 mois⁻¹ sur une haie de *Calliandra calothyrsus* avec 6 coupes tandis que *Sesbania Sesban* ne donnait que 12,5 kg en 4 coupes, puis mourait, et *Leucaena leucocephala* 10 kg. Dans un essai de hauteur de coupe avec *Leucaena leucocephala*, on a obtenu 8,2 kg M.V.m⁻¹ lorsqu'on les coupait à 90 cm de hauteur. On a également fait un essai de plantations de ligneux sur les contours plantés de *Pennisetum purpureum*: leucaenas et calliandras plantés en ligne simple dans les bandes de Graminées produisent plus de 50% M.V. en plus que lorsque plantés sur 2 rangs (ICRAF, l.c.) comme le montre le tableau 5.

La productivité de *Sesbania Sesban* est brusquement tombée pendant la seconde année et tous sont morts. Le tableau 5 suggère que le *pennisetum* a profité de l'association avec le *sesbania* et avec le *leucaena*, mais qu'il a produit moins lorsqu'il a été associé au *calliandra*. Au Rwanda, on a montré que *Pennisetum purpureum* en bandes anti-érosives avait une production amoindrie par la présence de ligneux; au contraire, *Setaria splendida* semble bénéficier d'une association avec eux. Au Burundi, la production de *P. purpureum* n'est pas affectée quand on le plante en même temps que *Leucaena leucocephala* ou *Calliandra calothyrsus* sur des bandes anti-érosives; cependant la biomasse de

A - LISTE DES BESOINS EXPRIMÉS PAR 13 VILLAGES	
1. Aménagement et appuis pour la culture maraîchère	13 villages
2. Améliorations pour l'eau d'alimentation	12 villages
3. Améliorations sanitaires	9 villages
4. Aide alimentaire gratuite, remboursable, ou payante	8 villages
5. Moulins à mil	8 villages
6. Appui pour la protection des végétaux	7 villages
7. Appuis vétérinaires	6 villages
8. Appuis à l'approvisionnement en bétail et à la commercialisation du bétail	5 villages
9. Construction d'une école ou de classes supplémentaires	4 villages
10. Amélioration de la route d'accès au village	4 villages
11. Appuis pour l'approvisionnement en matériel agricole (charrettes)	4 villages
12. Introduction ou extension des actions anti-érosives	3 villages
13. Divers...	3 villages
B - ACTIONS DEMANDÉES EN PRIORITÉ 1,2 OU 3 PAR 9 VILLAGES	
1. Amélioration pour l'eau d'alimentation	8 fois pour 9 villages
2. Aménagements maraîchers	6 fois pour 9 villages
3. Aide ou appui alimentaire	5 fois pour 9 villages
4. Protection des végétaux	2 fois pour 9 villages
5. Moulin à mil	2 fois pour 9 villages
6. Amélioration de la route	1 fois pour 9 villages
construction de diguettes anti-érosives,	1 fois pour 9 villages
amélioration de la santé humaine,	1 fois pour 9 villages
approvisionnement en aliment bétail	1 fois pour 9 villages
Total des priorités	27 fois pour 9 villages

Tableau 6 - Besoins et actions prioritaires des villages tests.
d'un programme agroforestier au Rwanda.

Source: P.A.P., 1985

cette dernière espèce est diminuée par la présence du pennisetum. Ces résultats préliminaires ne s'accordent pas bien et les essais doivent être poursuivis.

Dans la région de Kakuyuni (Kenya), comme presque partout en Afrique et ailleurs, au moins dans les zones sèches, les paysans ont des difficultés à nourrir convenablement leurs boeufs de labour, qui ne trouvent pendant les mois secs que du fourrage séché sur pied, au moment où le travail de préparation des terres exige le plus d'efforts. C'est une région qu'*Acanthospermum hispidum* est en train d'envahir depuis une dizaine d'années, et où le bon fourrage est si rare qu'on y voit les chèvres consommer *Lantana Camara!*

Dans le cadre du projet de recherche agroforestière en zone sèche conduit par le KEFRI et conseillé par l'ICRAF, des essais de cultures en couloirs ont été installés dans cette région dans le but de trouver une solution au problème de la fertilité des sols, mais les paysans résistent mal au désir d'utiliser les haies pour nourrir leurs bêtes.

A Yaoundé (Cameroun), *Calliandra calothyrsus* semble être une des meilleures espèces agroforestières testées pour la production de biomasse: 4,69 t.M.S.ha⁻¹ à 1 an avec 10 000 arbres.ha⁻¹, tandis que le *Leucaena leucocephala* donnait 3,78t M.S.ha⁻¹. *Gliricidia Sepium* 2,30 t M.S.ha⁻¹ et *Racosperma auriculiforme*

seulement 1,56 t M.S.ha⁻¹ (ICRAF, 1990).

Bien que le bétail joue un rôle économique et social de première importance sur le Plateau central rwandais, les villageois ne demandent que très exceptionnellement des actions visant à une meilleure alimentation du bétail, alors qu'ils reconnaissent qu'à chaque saison sèche se posent des problèmes d'approvisionnement en fourrage (cf. tableau 6).

Comme le remarque judicieusement NIAMIR (1990: 33), nous connaissons bien mieux les usages que l'on fait des différentes espèces ligneuses que la façon dont elles sont gérées (quand, comment et à quelle intensité elles sont récoltées, régénérées, protégées). Ceci est particulièrement vrai des peuples pasteurs; on s'imagine qu'ils ne s'intéressent pas à la protection des arbres, qu'ils sont sans soins ou même qu'ils les détruisent systématiquement: des études objectives montrent au contraire qu'ils ont bien souvent une stratégie à l'endroit des ligneux, des règles concernant leur utilisation, des principes relatifs à leur coupe et même à leur régénération. Par exemple, la plupart des peuples pasteurs ont des usages tendant à assurer la régénération des ligneux qu'ils coupent pour leurs animaux: ainsi, les Peuhl, au lieu de couper complètement les branches de certains acacias fourragers, comme *Acacia Seyal*, les coupent partiellement, sans les séparer du tronc, et inclinent la partie située au-dessus de l'incision jusqu'à ce qu'elle soit à la portée des animaux qui viennent s'en nourrir sur pied. En faisant ainsi, les bergers peuhl affirment que les plantes coupées ont plus de chance de survivre que si elles étaient coupées complètement: à notre connaissance, cela pourrait être vrai dans la mesure où un minimum de surveillance est assuré afin d'éviter que l'écorce soit consommée, ce qui empêcherait la formation de bourgeons de régénération, mais on n'a pas effectué d'expérimentation sur cette importante question; cependant, tous les forestiers affirment

que la méthode est à proscrire, qu'elle est nocive pour les arbres et qu'elle les affaiblit: ce qui est certain, c'est que beaucoup des arbres ainsi coupés survivent et repartent avec les premières pluies; sans doute prennent-ils de bien étranges formes sinueuses qui ne correspondent pas au concept qu'ont les forestiers européens d'un bel arbre, dont le tronc doit être droit et lisse, mais cela ne les empêche aucunement de remplir leurs rôles essentiels, qui sont de fournir du fourrage et du bois de feu. De toutes façons, les dommages causés sont moins grands lorsque les végétaux ligneux sont sur le territoire de la tribu qui les ex-

ploite; lorsqu'ils sont en dehors des limites tribales, les pasteurs font moins attention.

On connaît des cas où des règles transmises oralement visent à protéger les arbres ou à favoriser leur régénération; ainsi chez les Pokot et les Turkana du nord-ouest du Kenya, ne coupe-t-on pas les arbres n'importe comment: comme le rapporte BARROW (1988), certains arbres considérés comme particulièrement utiles ne sont pratiquement jamais coupés, et on coupe surtout les arbrisseaux sans usages importants lorsqu'il s'agit de construire des clôtures pour le

bétail, qui est l'activité de loin la plus consommatrice de bois dans cet environnement: ceci dégage en même temps le pâturage de buissons encombrants que l'herbe remplace. Au Mali, les Touareg Kel Adrar de Kidal et les Fullemmeden Kel Dinnik ne coupent jamais certaines espèces dont *Capparis decidua* et *Cadaba farinosa*, peut-être parce qu'il s'agit là d'espèces riches en azote et dont l'apport nutritif en période de sécheresse est absolument vital. Il est vrai que sous la pression démographique qui ne cesse d'augmenter, les bonnes manières ont tendance à s'estomper; ainsi MORTON (1988) signale-t-il que les Lahawin du Soudan oriental qui ne coupaient jamais les branches de certaines espèces pour que s'en nourrissent leurs moutons et leurs chèvres, mais les battaient avec de longues gaules pour en faire tomber les feuilles, ont désormais tendance à couper, à cause du mauvais exemple que leur donnent des marchands de passage et des réfugiés politiques. Au Sahel, lorsqu'un néré ou un vène sont coupés, on apporte une attention particulière à ce qu'il ne puisse être brouté pendant au moins une année, et de préférence deux ou trois, pour lui donner toutes les chances de se reformer. La plupart des espèces ligneuses sont sujettes à des règles traditionnelles d'exploitation et chez les Turkana du Kenya il ne saurait être question par exemple de couper un *Pterocarpus* sp. qui ne soit pas mort. Il en est de même avec les *Gardenia* sp. pl. et avec *Sterculia setigera* dans le S.O. du Burkina Faso, parce que leur présence éloigne les mauvais esprits.

Dans certains systèmes sylvipastoraux ou agrisylvipastoraux, comme celui de la chefferie Bafou, dans l'ouest du Cameroun, décrit par GAUTHIER (1989), il existe bien peu d'arbres, arbustes et arbrisseaux fourragers. On mentionne parmi les ligneux fourragers usuels *Schefflera Barteri* et *Dracaena deis-teliana*. Les haies-enclos et les haies-limites de concessions ne jouent pratiquement aucun rôle dans l'affouragement, alors que leur importance pour

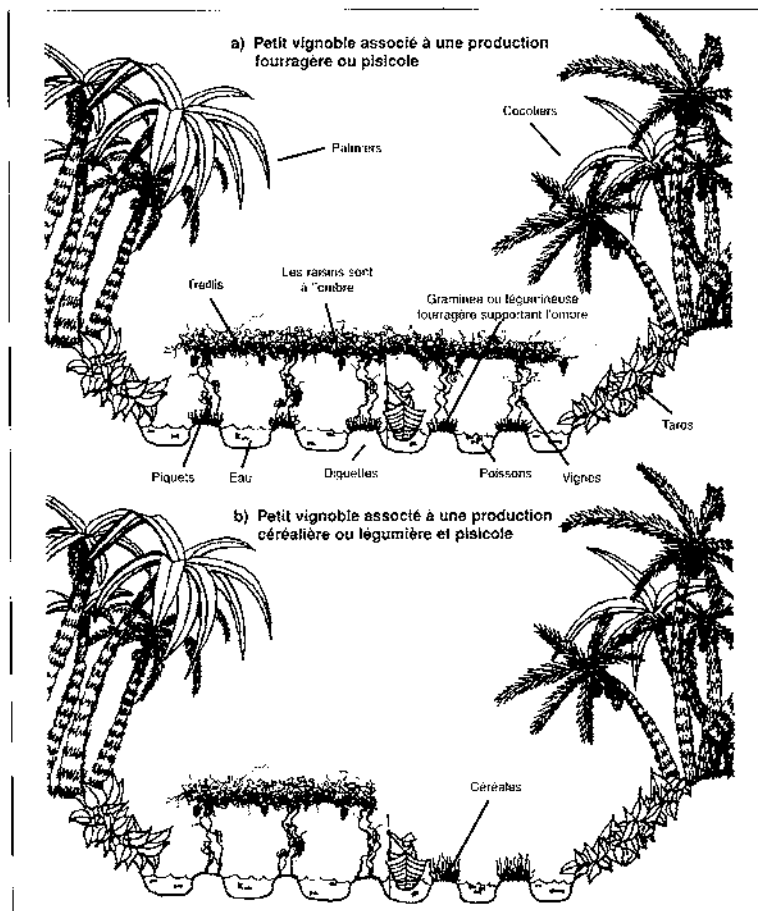


Fig. 5 - En Chine, d'après un modèle thaïlandais, vigne irriguée sur diguettes entourée de cocotiers et de taros.

Source: d'après TORQUEBIAC comm. pers., 1991

l'alimentation humaine est considérable. La logique traditionnelle du petit élevage s'étant toujours appuyée sur l'existence suffisante d'espaces libres pâturables (sommets de collines utilisés par les M'Bororo) et de jachères assez longues et donc assez nombreuses, la question d'une augmentation de l'affouragement par des ligneux cultivés ne s'est encore jamais posée. Par contre, dans les haies, très nombreuses dans la région, on dénombre beaucoup d'espèces améliorantes pour les sols et connues comme telles par les indigènes: *Tephrosia Vogelii*, *Cassia occidentalis*, *Sesbania punctata*, et des espèces considérées comme de bonnes fertilisantes par la chute de leurs feuilles: *Ficus chlamydocarpa*, *F. ovata*, *F. Thoningii*, *Cordia platythyrsa*, bien connue aussi pour la construction de tam-tams, et *Polyscias fulva*, qui sert à faire des balafons. Il est intéressant de noter que dès 1936 la Station de Dschang (Cameroun) distribuait un certain nombre d'espèces ligneuses aux paysans spécifiquement pour améliorer leurs sols, telles que *Tephrosia alata*, *Mimosa pudica*, *Sesbania punctata*, *Acacia stipitata*, et, pour l'ombrage: *Leucaena leucocephala* et *Erythrina glauca*. Le système traditionnel avec ses très nombreuses haies tend malheureusement à disparaître : on plante moins de haies, parce que l'individualisme l'emporte sur le sens de la collectivité, et on entretient moins les haies qui existent, parce que c'était fait en partie par les enfants et que ceux-ci maintenant vont à l'école !

Les plantations de gommiers de la région de Kayes (Mali), faites par l'Association internationale pour le développement des gommiers naturels (AIDGUM) ont 350 à 400 arbres.ha⁻¹, et on espère que chaque arbre pourra donner 5 kg gomme.an⁻¹. Quand ils sont jeunes, les arbres ne donnent que 100 g.an⁻¹. Vers 7 ans, ils ne donnaient encore que 300 g.an⁻¹. Si la production de gomme devait être insuffisante, les gommiers seraient utilisés pour le fourrage qu'ils donnent, qui est de bonne qualité. Par comparaison, les gommiers au Sou-

dan donnent jusqu'à 8 kg gomme.an⁻¹.arbre⁻¹ (Anon., 1987). Si la production de gomme est faible certaines années, les arbustes restent producteurs de fourrage.

Les différents produits tirés des végétaux ligneux et des forêts en particulier peuvent prendre une grande importance. En Pologne, dans des forêts de bouleaux très froides, où la croissance annuelle est faible, la valeur des petits produits, comme par exemple les balais, les brosses, la boissellerie, les petits fruits dépasse celle des grumes. En Indonésie, en 1980, on a vendu pour 32 millions de dollars américains de produits forestiers autres que le bois mais provenant des forêts: huiles essentielles de citronnelle, de santal, de patchouli, fibres comme le rotin, exsudats, gommés, résines, etc. En Inde, en 1977, 134 millions de dollars étaient obtenus de tels produits, soit 40% des revenus du secteur forestier et 63% du montant des exportations d'origine forestière: ces revenus avaient augmenté de plus de 15% par an entre 1970 et 1977, plus rapidement que ceux du bois d'oeuvre et ils avaient engendré plus de 70% des emplois dans le secteur forestier; ces chiffres ne tiennent pas compte de la valeur des produits commercialisés localement, qui est considérable. Ils sont donnés pour qu'on se rappelle bien que l'économie tout entière est en mutation et que de nouveaux secteurs apparaissent, ce dont l'agroforesterie se doit de profiter. Ainsi, s'inspirant de l'image de ce qui se fait en Thaïlande (TORQUEBIAU, comm. pers., 1991), où l'on cultive, en contrebas de cocotiers, le taro *Colocasia esculenta* avec les pieds tout près de l'eau sur le bord de champs semi-inondés occupés par des rangées de vigne plantées sur des diguettes parallèles (fig. 5), les Chinois essayent la culture de la vigne irriguée dans le centre de leur pays: si les raisins ne donnent pas satisfaction, ils utiliseront les feuilles, les vrilles et les jeunes pousses comme fourrage pour leurs animaux.

Le rôle des ligneux pérennes, spécialement comme producteurs de fourrage, est essentiel dans les zones arides, où la production animale extensive est l'activité la mieux compatible avec l'environnement, à l'exception de quelques rares oasis privilégiées. Ils sont souvent la seule source de protéines pour les animaux pendant la période la plus chaude de l'année. On a pu écrire (BREWBAKER, 1986 b) que le rôle des ligneux et spécialement de ceux qui sont fixateurs d'azote dans les systèmes sylvipastoraux des tropiques semi-arides était comparable à celui que jouent les Légumineuses herbacées dans les pâturages tempérés et tropicaux humides. Mais les arbres, les arbustes et les arbrisseaux ont un autre rôle que de fournir du fourrage: ils fournissent aussi de l'ombre, ils créent des micro-environnements où la couverture herbacée trouve d'habitude de bonnes conditions de croissance, et tout spécialement ils arrêtent une quantité considérable de poussières atmosphériques avec leur charge d'éléments nutritifs. Cette dernière fonction n'est pas beaucoup documenté malheureusement. Comme le disent joliment les Mossi de Saponé, au Burkina Faso, (ROCHETTE, 1989): "La sécheresse et la désertification s'entraînent l'une l'autre, c'est comme deux combattants emmêlés,... la seule chose qui peut les séparer, c'est l'arbre".

Types de végétation

La masse de matériel végétal, tant vivant que mort, varie beaucoup d'un type de végétation à un autre. Comme l'ont montré, entre autres, O'VINGTON *et al.* (1963); leurs résultats sont résumés dans le tableau 7.

Telle qu'elle apparaît aujourd'hui, la végétation, et en particulier celle des plantes ligneuses, ne traduit pas toutes les potentialités de l'environnement. Ainsi, dans l'ourano-touranien de Beersheba, en Israël, les deux seules plantes ligneuses qui existaient encore vers 1950 étaient le *Rhamnus disperma*

DES ARBRES, ARBUSTES ET ARBRISSEAUX

Type de végétation	Prairie (avr.-nov.)	Savane (avr.-nov.)	Chênaie (avr.-nov.)	Maïs (juin.-oct.)
arbres	0	31 223	163 076	0
arbustes	10	41	512	0
végétation herbacée	449	770	88	5 536
parties souterraines	4 824	11 789	14 997	650
Total végétation vivante	5 283	43 829	178 673	6
litière ligneuse:	13	1 337	3 550	
feuilles de ligneux	0	1 447	3 873	
fruits, écorces, rameaux	2 775	6 841	97	
litière herbacée	0	0	29 215	
matériel végétal amorphe				
litière totale	2 788	9 625	36 735	
Total végétaux morts	2 788	13 650	58 572	
Total matériel végétal	8 071	57 479	237 245	

Tableau 7 - Biomasse végétale et productivité de quatre types de végétation dans le Minnesota du Centre (E.U.A.).

Source: OVERTON *et al.*, 1963

et le *Pistacia atlantica*, qu'un broutage intense n'avait pas éliminées. On a pu introduire ou réinstaller dans cette zone beaucoup d'espèces ligneuses, souvent exotiques, comme: *Atriplex Halimus*, très bonne fourragère; *Casuarina glauca*, *C. lepidophloia*, *C. rigida*, exotiques; *Tamarix aphylla*, qui croît rapidement, dont les feuilles exsudent le sel que collecte l'arbre, dont les racines sont très étalées, et qui donne un fourrage d'appoint supérieur à *Racosperma salignum*; des acacias, comme *A. ciliata*, *A. sclerosperma*, *Racosperma salignum*, *R. pendulum*; et même des eucalyptus, dont beaucoup servent à l'alimentation des abeilles, comme *Eucalyptus camaldulensis* "Broken Hill" qui pousse vite, a une bonne forme et résiste bien à la sécheresse, *E. occidentalis* pour les sols plus calcaires et plus salés, *E. Brockwayi*, *E. Dundasii*, *E. Lessouefii*, *E. populnea*, *E. Stricklandii*, *E. torquata*, *E. oleosa*. Ces espèces ont souvent été employées comme brise-vent; elles transforment radicalement le paysage, le rendent plus amène, et les brise-vent permettent d'importants gains de production irriguée de légumes; à Eilat, 123% du témoin pour les aubergines, 145% pour les oignons et 168% pour les

tomates; à Mivtachimi, 142% pour les arachides, et 116% pour les tomates; à Nir Yizhaq, 114% pour les pamplemousses et 123% pour les aulx.

Sous la rubrique des types de végétation, nous avons regroupé un certain nombre de définitions. Il ne s'agit pas d'une liste imposée de significations, mais seulement du sens que nous avons donné à certains termes lorsque nous les avons employés dans le présent travail. Comme l'écrivit un jour DIDEROT, "une définition bien faite est toujours le résultat et la dernière ligne d'un bon traité" (lettre d'avril ou mai 1767 à FALCOMET). Pour la commodité de la lecture, ces définitions ont été reportées en annexe 2 à la fin du présent ouvrage.

Seulement quelques remarques seront faites ici.

"La forêt est un organisme particulier, d'une gentillesse et d'une bienveillance sans bornes, qui n'exige rien pour son maintien et qui épand généreusement les produits de son activité vitale; elle protège tous les êtres vivants, offrant son ombre même au bûcheron qui la détruit", écrivait l'U.I.C.N. en 1986. Nous

éviterons de nous limiter à des définitions de ce genre, qui n'ont rien de scientifique, même si l'on constate une certaine tendance depuis quelques années à admettre un tel langage fleuri dans les réunions internationales, en grande partie sous l'influence des organisations non gouvernementales qui, représentées diversement, quelquefois par des écologistes "baba-cool" plus que par des écologues, y sont de plus en plus nombreuses.

Duncan POORE (1976-1986) a expliqué que le terme "forêt tropicale" inclut une grande variété de types de forêts et que la plupart des généralisations se heurtent à cette grande diversité. Ainsi, dans les régions tropicales où l'on coupe trop de grumes, il y a bien rarement un problème de bois de feu et bien des territoires sont cartographiés comme forêts qui ne sont que des zones dégradées fortement. Le problème de la déforestation a souvent d'ailleurs son origine en dehors des forêts elles-mêmes, par exemple dans des projets d'expansion agricole, où dans des priorités qui ont été décidées, comme en Chine, en Inde, au Pérou, en dehors de la zone tropicale, par exemple par des organisations internationales ayant leur centre de décision dans des pays développés. S'inscrivant assez bien à l'avance dans les objectifs de la Conférence des Nations unies pour l'environnement et le développement (UNCED), le principal objectif de la Stratégie mondiale de la conservation (S.M.C.) est de faire en sorte que puissent s'accorder le développement, là où il est nécessaire, et la conservation des ressources naturelles. Mais tandis que le principal objectif de la conservation est un équilibre relativement stable, le développement vise la plupart du temps à des changements rapides. "Deux des trois priorités de la S.M.C. sont le maintien des processus écologiques essentiels et la préservation des ressources génétiques. Le meilleur moyen d'atteindre ces objectifs en ce qui concerne les forêts tropicales serait de conserver de vastes zones intouchées et non-peuplées. Les sols resteraient intacts. Les

rivières couleraient librement. Les eaux seraient claires, la vie sauvage se développerait harmonieusement. Les technologies seraient superflues. Mais une telle évolution n'est plus possible nulle part. D'où le troisième objectif de la Stratégie, qui est un objectif mobile: assurer une utilisation des espèces et des écosystèmes" (POORE, 1986). Comme le concept de pérennité (on dit aussi de durabilité, ou, en anglais, de "sustainability") est assez diversement interprété, il convient de trouver un équilibre entre les différentes intensités d'utilisation. Dès que les écosystèmes sont gérés, ils sont modifiés. Lorsque l'intensité augmente, s'accroît la probabilité de changements qui peuvent être irréversibles: d'abord, dans les populations animales, puis dans les populations végétales, puis dans les écosystèmes, puis dans les sols. Aussi la conservation ne doit-elle pas seulement être soucieuse d'un équilibre entre différentes utilisations, mais aussi de la façon dont un usage est changé en un autre, et des capacités de gestion à tous les niveaux d'intensité " (POORE, 1986). C'est dans ce même esprit que doivent se développer des systèmes agroforestiers, particulièrement importants lorsqu'ils viennent plus ou moins en remplacement de forêts tropicales ou non qui ont été détruites ou dégradées. Dans cette ligne, nous pouvons citer par exemple, des propositions qui avaient été faites au Directeur des Eaux et Forêts à Rabat vers 1982. Celles-ci visaient à remplacer les parties des forêts de *Tetraclinis articulata* qui avaient été détruites dans le sud du Maroc, en particulier au nord-ouest d'Agadir, par des systèmes agroforestiers stables et durables; ceux-ci auraient essayé de jouer le plus et le mieux possible certains des rôles de la forêt détruite, spécialement en matière de conservation des sols et des eaux, sans qu'il soit nécessaire de chasser les populations qui s'étaient indûment installées dans les forêts.

Dans le même esprit, on peut critiquer avec HAMILTON (1987) l'utilisation généralisée du mot "déboisement", parce qu'il recouvre un très grand nombre de

concepts. C'est quelquefois une coupe de bois, ou bien une exploitation par une commune pour faire rentrer quelque argent dans son budget; ce peut être une culture itinérante qui ne s'installe que pour peu de temps; ou bien une conversion de forêt en terrain agricole. Ce peut être pour faire une plantation d'arbres fruitiers, ou bien le résultat d'un incendie. En Inde, sont classées aussi comme déboisement d'après les règlements forestiers la collecte de plantes médicamenteuses, la chasse aux animaux sauvages, et l'inondation par des réservoirs artificiels. Le terme devient d'un emploi si large qu'il est maintenant essentiellement émotionnel et pratiquement sans signification. Des abus de langage comparables sont faits avec d'autres termes. Ainsi, il est fait constamment référence au déboisement, à l'érosion du sol, et à l'alluvionnement par les rivières comme à des fléaux mais on oublie que si elles n'avaient pas été déboisées d'une grande partie de leurs forêts, ni l'Allemagne, ni la Belgique, ni la France, ni bien d'autres pays ne seraient devenus de grandes nations agricoles. On oublie que certaines méthodes de récupération des sols marginaux, dans l'agriculture nabatéenne par exemple, consistent à accélérer l'érosion de certaines parcelles pour accumuler dans d'autres le peu de sol disponible et l'y exploiter. On oublie encore que sans l'érosion et les dépôts du Nil il n'y aurait pas eu d'Egypte pharaonique. Chacune des activités mentionnées comme "déforestation" engendre des effets très différents, comme par exemple: l'érosion, l'inondation, la sécheresse, la sédimentation derrière un barrage, l'assèchement de puits ou de sources, la désertification, des pertes d'espèces animales et végétales, une augmentation de l'albedo, une augmentation du gaz carbonique dégagé, etc. Par contre, dans des activités bien conduites d'exploitation de la forêt tropicale, les chemins d'accès peuvent recouvrir jusqu'à 30% de la surface forestière sans qu'on parle de déboisement. Il ne faut pas non plus se laisser entraîner par des sentiments inconscients qui nous poussent quelque-

fois à vouloir à tout prix des arbres partout: on peut arriver à vivre bien sans arbres à proximité: ainsi des éleveurs sur les pentes de l'Himalaya, dans les vallées de Chitral, de Gilgit, de Hunza et de Baltistan, au Népal, où les animaux restent à l'étable et sont nourris de feuilles et de ramures de haies collectées loin des agglomérations, de produits agricoles de travaux d'irrigation et d'ouvrages de Défense et restauration des sols (D.R.S.), dans le cadre du Programme de soutien rural de S.M. l'Aga Khan.

Dans un ouvrage sur les aspects hydrologiques et pédologiques des bassins versants tropicaux, HAMILTON (1988) a proposé que le terme "déboisement" soit remplacé chaque fois que possible par:

- 1) utilisation ou modification du peuplement ligneux:
 - récolte de produits forestiers mineurs,
 - agriculture itinérante,
 - récolte de bois de feu,
 - récolte de fourrage,
 - récolte de bois commerciaux,
 - pâturage en forêt,
 - brûlage de la forêt,
- 2) conversions dans la forêt:
 - conversion en plantation forestière,
 - conversion vers un terrain pâturable,
 - conversion vers des arbres pour la nourriture humaine,
 - conversion vers des espèces à gommés, résines, essences, etc.,
 - conversion vers des cultures annuelles,
 - conversion vers un système agroforestier,
- 3) restauration de la forêt:
 - reboisement,
 - boisement.

Le terme "savane" ne figure pas dans la classification UNESCO (1973) des types de végétation. Les savanes sont des communautés herbacées hautes tropicales ou sub-tropicales constituées surtout de Graminées héliophiles en C₄, et ayant une nette saisonnalité due au stress en eau. "Le stress, dans son sens

physiologique, désigne une influence environnementale contraignante qui limite la productivité et l'efficacité d'un individu et, par extension, de l'écosystème" (FROST *et al.*, 1985). Lorsqu'une savane contient deux ou trois strates ligneuses, on lui donne couramment le nom de la strate la plus haute; par exemple, d'une savane qui contient des arbustes et des arbrisseaux, on dira que c'est une savane arbustée. Mais on peut aussi être plus précis et dire, par exemple en chiffrant le recouvrement au sol, qu'il s'agit d'une savane arbustée à 20% et arbrissellée à 30%. Si l'on veut être tout à fait précis, on ajoutera au nom de chaque synusie celui de l'espèce principale qui la compose; par exemple, on parlera d'une savane à *Andropogon gayanus* peu arborée de *Combretum cordofanum*. Il faut alors savoir qu'il est commode d'utiliser des échelles conventionnelles de valeurs, auxquelles se peuvent rapporter des adjectifs qualificatifs; par exemple, l'échelle 2 de EMBERGER *et al.* (1968), qui comporte des adjectifs en rapport avec l'intensité d'un phénomène, par exemple:

- classe 0, de 0 inclus à 1 exclu, presque nul,
- ... classe 5, de 25 inclus à 36 exclu, moyen, etc.

En ce qui concerne la limite sud du désert, il est clair qu'elle semble s'être déplacée au moins provisoirement vers le sud de 90 à 100 km en moyenne sur 17 ans comme l'a montré LAMPREY (1975) au Soudan. HARRISON *et al.* (1958) faisaient passer la limite entre le désert et la brousse à *Acacia mellifera* - *Commiphora africana* à El 'Aïn, dans l'extrême nord de la Province du Kordofan (Rép. du Soudan), tandis que, près de vingt ans plus tard, cette limite a été vue par LAMPREY près de Bagaria, à 110 km au S. de l'escarpement d'El 'Aïn, qui se trouve maintenant en plein désert. De même, une grande tache d'*A. mellifera* et de *Commiphora* cartographiée par HARRISON *et al.* (*l.c.*) entre 15°N. et 16°N. n'existe pratiquement plus: il n'en reste que quelques petites poches sur le plateau de Teiga, localisées pour

la plupart dans des anfractuosités du rocher. L'observation du "gizu" par LAMPREY (*l.c.*) est intéressante, que nous avons traité (BAUMER, 1968) comme un type de végétation désertique et éphémère déjà décrit par NEWBOLD (1924), formé d'un très petit nombre d'espèces autour de la Rosacée *Newada procumbens*. LAMPREY a vu une petite étendue de "gizu" par 15°40'N., à 80 km au S. de l'emplacement où il avait été signalé en 1964. Plusieurs milliers de dromadaires y étaient au pâturage, dans une zone considérée par HARRISON *et al.* (*l.c.*) comme pâturage subdésertique, mais où il n'y a plus du tout de Graminées.

Dans la vallée fossile du Wadi Howar, qui coule du Tchad vers l'Égypte par le nord du Darfour et la Province du Nord (Soudan), les *Acacia tortilis* ssp. *raddiana* étaient toujours en vie en 1975, mais le lit de l'oued était couvert de sable et aucune trace de végétation herbacée n'avait été signalée lors des dernières reconnaissances (LAMPREY, 1975), ni aucune gazelle, aucun oryx, qui étaient encore assez nombreux en 1962 (observation personnelle) et présents en 1964 (Hussein DOSA, cité par LAMPREY, *l.c.*). Après une étude poussée de photo-interprétation conduite au sol et à l'Université de Lund (Suède), HELLDÉN (1988) conclut cependant qu'il ne lui a pas été possible de vérifier:

- que la désertification s'étend systématiquement par déplacement de la limite du Sahara;
- l'existence d'un envahissement quelconque du désert par des mouvements dunaires importants et systématiques;
- une désertification à partir d'un agrandissement systématique des périmètres dénudés entourant les villages et les points d'eau;
- des réductions de production agricole qui indiqueraient la désertification ou une augmentation systématique des cultures dans des terres marginales et vulnérables;

- une transgression sensible vers le nord de la limite des cultures dans les 100 dernières années.

Il reconnaît un dur impact de la sécheresse qui a entraîné une réduction de la production agricole entre 1964 et 1974 mais il estime que cette diminution a été temporaire et suivie d'une récupération rapide.

Le moins qu'on puisse dire est que les scientifiques ont du mal à se mettre d'accord. Dans la même région que nous avons bien connue de 1957 à 1962 et où nous sommes retourné à maintes reprises jusqu'en 1985, il nous paraît certain que la productivité des champs des villages a considérablement diminué depuis un demi-siècle, que le niveau de la nappe phréatique a baissé partout, en particulier par accroissement excessif des prélèvements, qu'il n'y a pas d'envahissement par des masses dunaires mais modification lente, progressive et constante du paysage vers un état plus sec, probablement en partie sous l'effet des prélèvements de plus en plus importants que subit le milieu, c'est-à-dire précisément sous l'effet de ce qu'il convient d'appeler, au sens propre, une désertification ou une aridification.

Dans l'ensemble, les types herbacés de végétation sont ceux qui conviennent le mieux à la production animale. On peut même dire que les produits animaux sont les principales productions des savanes, des steppes et des pseudo-steppes. Les composants herbacés des savanes ont été plus étudiés que ne l'ont été les ligneux, bien que les interactions entre plantes herbacées et plantes ligneuses aient fait l'objet de quelques études. Un ouvrage sur l'aridité vient d'être publié par l'ORSTOM, qui fait le point sur cette question telle qu'elle est vue par les chercheurs français (LE FLOCH *et al.*, 1992). Cependant, comme l'écrivent MENAUT et WARNER (1988), "on a fait très peu de recherches sur les propriétés écologiques relatives et les contraintes environnementales des arbres vis-à-vis des arbrisseaux. En plus

des relations qu'ont les arbres avec d'autres formes (herbes, buissons), deux autres domaines majeurs sont à mentionner ici: la germination et l'établissement des semis, et la valeur adaptative des caractéristiques de sempervirence et de caducité chez les ligneux de savane".

Il convient de noter que les études régionales (BABIKER, *et al.*, 1985; BARRAL, 1967, 1974; VALENZA *et al.*, 1972; DE COCK, 1980) ou nationales sur la forêt et l'élevage se multiplient. Un recensement et une synthèse par la F.A.O. en seraient fort utiles.

Ecologie des ligneux

Il importe d'en savoir davantage sur les facteurs qui limitent la densité des ligneux, notamment comment les arbres se reproduisent et s'établissent et comment ils disparaissent. Il faudrait mieux connaître en vue d'applications agroforestières les facteurs qui régissent la structure des populations monospécifiques des plantes ligneuses pérennes en termes de semis, de jeunes, d'individus mûrs ou sénescents: est-ce que des facteurs inhibants dominent ou est-ce la compétition qui intervient ?

Dans les pays secs ou arides du Proche et du Moyen Orient, les genres de végétaux ligneux qui résistent le mieux à la destruction sont *Amygdalus*, *Acer*, *Prunus*, *Crataegus*, *Pinus*, *Rhamnus*, *Daphne*, *Cotoneaster* (PABOT, 1961). La flore des espaces encore plus ou moins boisés est pauvre en espèces fourragères parce que les troupeaux sont nombreux qui recherchent l'ombre et parce que les derniers boisements se trouvent sur des pentes pierreuses et rocheuses où l'agriculture est impossible et l'érosion sévère. Des vestiges très rares indiquent que *Juniperus excelsa* existait autrefois jusqu'à 2800m (Liban) ou 3200m (Iran) d'altitude. Mais rien ne reste des forêts très claires de *Pistacia atlantica* et de *P. Khinjuk* qui couvraient les steppes dans l'Antiquité; on en trouve quelques ves-

tiges sous forme d'individus réfugiés dans les forêts de chênes xérophiles. *J. excelsa* existait même sur les sommets de la zone steppique recevant moins de 300mm de précipitations ! Les forêts de tamaris (quelques 20 espèces) sont massacrées. Leur "résistance" extraordinaire et leur facilité de multiplication les ont empêchées de disparaître mais ils sont presque toujours réduits à l'état de buissons, régulièrement broutés par les chèvres et les dromadaires, ce que souligne PABOT (*l.c.*), qui ajoute: "L'érosion, pourvu qu'elle soit lente et seulement superficielle, en empêchant la formation de gazons de *Poa bulbosa* et surtout des plaques de *Carex stenophylla* et des croûtes cryptogamiques, favorise l'infiltration et l'aération des sols et par conséquent le maintien et la multiplication des véritables espèces steppiques à fort enracinement ... Cette constatation a une importance pratique considérable pour l'amélioration des terrains de parcours des régions plus ou moins steppiques depuis le Liban jusqu'au centre de l'Asie: la protection des pâturages à *P. bulbosa* ne peut qu'empêcher cette espèce de disparaître et n'augmentera guère sa productivité; la protection des surfaces couvertes de *C. stenophylla* et de cryptogames serait un non-sens et elle aiderait simplement le carex à s'étendre et à coloniser de nouvelles surfaces. En l'absence d'érosion ou de labours cette végétation ne peut se modifier." La plantation de végétaux ligneux dans ces pâturages pour les améliorer est en effet rendue très difficile sinon impraticable à cause des rigueurs du climat.

Les informations sur la phénologie foliaire sont rares, souvent de valeur localisée, et quelquefois apparemment contradictoires. Il faudrait enregistrer de telles informations, qui sont de grande importance pour la gestion du brouet, dans des conditions environnementales précises. Cependant, il convient de signaler les travaux du groupe INRA d'Avignon (ETIENNE, MEURET, *etc.*). L'étude de la rémanence des feuilles mûres et vieillissantes sur certains ar-

bres en saison sèche pourrait aider à faire la sélection de lignées d'arbres fourragers conservant plus longtemps leur feuillage.

Les savanes boisées sont généralement associées avec des surfaces latérisées anciennement pénéplanées (MÉNIAUT *et al.*, 1985). On les trouve aussi sur des surfaces plus jeunes de roche-mère exposée en surface ou de cuirasses latéritiques redistribuées. Les savanes arborées se trouvent plutôt sur des surfaces de pénéplanation plus jeunes et plus basses, comme les plaines sableuses qui bordent les plateaux latéritiques. Les savanes proprement dites, sans ligneux, sont limitées aux croutes latéritiques recouvertes d'un manteau de sol peu épais et aux dépressions remplies de sables ou d'argiles épaisses; dans les deux cas, l'alternance saisonnière d'engorgement et de sécheresse n'est pas favorable à la croissance des végétaux ligneux. Lorsque le drainage est amélioré, les prairies ou savanes sont remplacées par des savanes arborées (ou arbustées, ou arbrissellées).

Parmi les services que peuvent rendre les arbres dans la production animale, il faudra prendre en compte de plus en plus sérieusement le rôle qu'ils peuvent jouer dans la fixation du carbone, s'ils sont gérés dans ce but. Des arbres que l'on brûle pour faire un défrichage libèrent du gaz carbonique; des arbres dont on fait des meubles, des huisseries, des charpentes, fixent une quantité de gaz carbonique appréciable. Mais on ne doit pas perdre de vue que d'autres gaz interviennent dans l'effet de serre: le méthane, à quantités égales, est 32 fois plus actif que le di-oxyde de carbone: il est émis par les rizières, par les mines de charbon et de lignite, dans la panse des ruminants, par les puits de gaz et de pétrole, et par les feux de brousse et de forêt. Dans des forêts bien gérées, ce sont 3 à 6 t M.S.ha⁻¹.an⁻¹ qui sont fixées, ce qui fait participer efficacement la forêt à la fixation du carbone. Pendant l'année 1987, une année de grandes ouvertures de la forêt à la culture par

le feu en Amazonie, plus de $1,2 \cdot 10^6$ t C ont été lâchées dans l'air au Brésil, soit à peu près la même quantité que fournissent les Etats unis d'Amérique par la combustion de gaz fossiles et par le fonctionnement de leurs fabriques de ciment (W.R.I., 1990). Toutefois, il ne faut pas perdre de vue qu'un champ de maïs bien entretenu absorbe plus de carbone qu'une forêt tropicale. La libération du carbone dans l'atmosphère semble avoir trois sources principales: le déboisement, la culture itinérante, et l'utilisation de bois de feu.

L'une des caractéristiques des végétaux ligneux, surtout en zones sèches, est qu'ils forment en général leurs feuilles à la fin de la saison sèche, mettant ainsi un fourrage frais et de bonne qualité à la disposition du bétail. Toutes les espèces ne forment pas leurs feuilles en même temps, mais la plupart des individus de la plupart des espèces le font: d'une année à l'autre la feuillaison d'une même espèce peut varier cependant de plusieurs semaines en fonction des conditions météorologiques, voire de plusieurs mois. Ainsi, dans la zone sahélienne, près de la mare d'Oursi au Burkina Faso, PIOT *et al.* (1980) ont observé ce qui suit:

- sur la moyenne des trois années 1977, 1978 et 1979, les jeunes feuilles des espèces suivantes étaient à la disposition des animaux dès le mois d'avril: *Acacia Seyal*, *A. tortilis*, *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca*, *Bauhinia rufescens*, *Boscia senegalensis*, *Combretum aculeatum*, *C. micranthum*, *Feretia apodanthera*, *Securinega virosa* et *Zizyphus mauritiana*;
- en 1979 les premières feuilles de *Combretum aculeatum* sont apparues dès la fin du mois de mars, mais qu'en 1978, elles ne s'étaient formées qu'au début de juillet, donc trois mois plus tard qu'en 1979;
- la période de floraison peut elle-même varier considérablement en longueur: ainsi, pour *Securinega virosa*, elle fut de deux semaines seu-

lement en 1978, mais de quatre mois et demi l'année suivante;

- la période pendant laquelle les fruits d'une espèce sont disponibles peut aussi varier considérablement d'une année à l'autre; ainsi chez *Acacia tortilis*, les gousses ont-elles été disponibles entre mi-juillet 1977 et fin mars 1978, puis sans interruption de début juillet 1978 jusqu'au-delà d'octobre de l'année suivante.

Dans un travail bien connu sur le Sénégal du nord, POURON (1979) a montré comment des fluctuations des conditions climatiques peuvent affecter la végétation ligneuse et, par suite, d'autres composantes des systèmes. La sécheresse de 1972 par exemple, a eu des répercussions majeures sur la date de feuillaison et sur son intensité: elle a été retardée de 4 à 7 semaines et n'est restée active que peu de temps, ce qui n'a pas permis au feuillage de se reconstituer après broutage; la floraison a été affectée elle aussi: elle n'a pas eu lieu pour nombre d'espèces ou bien s'est produite tardivement; beaucoup d'arbres n'ont pas fleuri cette année-là. Les fruits ont été très rares et beaucoup d'espèces n'en ont pas produits du tout. Dans l'ensemble, la sécheresse a entraîné une régression de la strate ligneuse qui a influencé les microclimats, accentué l'érosion hydrique et la déflation, diminué la fertilité du sol et aggravé la réduction de la strate herbacée.

Les rapports entre les végétaux ligneux et les animaux sont complexes et peuvent être affectés par des facteurs très divers. L'une des formes les plus évidentes de ces inter-relations est fournie par le pâturage en forêt. Dans le sud-ouest de l'Australie, ANDERSON, G.W. *et al.* (1988) ont montré dans l'utilisation par les animaux de boisements clairs de pins semés de *Trifolium subterraneum* que le pâturage sous les arbres améliorerait l'accès de ces types de végétation, ce qui avait notamment pour effet d'en permettre la défense plus aisément contre l'incendie. Par ailleurs, le pâturage fournit des revenus supplémen-

taires qui peuvent être appréciables. Malheureusement, spécialement dans des forêts qui ne font pas l'objet d'un véritable aménagement et qui ne sont pas toujours très bien soignées, la grande quantité de rémanents d'exploitation laissés sur le sol, tels que débris d'élagage et de coupes, peut réduire sensiblement la capacité de charge. KNOWLES *et al.* (1981) ont indiqué qu'il faudrait 50 à 150 arbres par hectare pour maintenir l'élevage pendant toute la durée de la rotation et que cette densité donnait des résultats en bois d'oeuvre qui n'étaient pas fort éloignés du maximum possible dans ces conditions. On avait eu tendance à vouloir remplacer la végétation naturelle buissonnante, et pour ce faire, on avait commencé de couper tous les ligneux sans distinction: comme les sols étaient fort humides, une remontée d'eau s'est produite et il a fallu replanter pour éviter une remontée des eaux salées (PECK *et al.*, 1973), car les végétaux ligneux ont quelquefois ce rôle de servir de buvard aux eaux souterraines qui ont tendance à remonter en surface. En plantant des arbres, on a pu obtenir que le niveau de la nappe d'eau baisse à nouveau et les terrains sont redevenus utilisables par les animaux qui y pâturent. Le même phénomène s'est produit en France au moment des grandes opérations de remembrement qui ont secoué le pays après la Seconde Guerre mondiale: pour faciliter la motorisation de l'agriculture, on a eu tendance dans les pays de bocage à supprimer les haies qui découpaient le paysage en un bocage verdoyant, par exemple en Bretagne et au Pays Basque, dans l'extrême sud-ouest de la France; le résultat a été que les tracteurs se sont enlisés! Alors que FIELD (1984) a étudié les interactions des arbres, des arbustes et des arbrisseaux entre eux et sur le couvert herbacé en Australie centrale, ANDERSON, G.W. *et al.* (1983) avaient étudié la compétition entre les pins et l'herbe dans les peuplements de pins du sud-ouest de l'Australie occidentale. Ils ont trouvé d'abord que *Pinus radiata* était préféré par les moutons à *P. maritima*, bien que l'espèce soit plus

exigeante, en raison notamment d'un meilleur taux de croissance. Les animaux sont des moutons castrés adultes producteurs de laine, à la charge de 5 à 6 bêtes par hectare et par an, dans des peuplements âgés de 4 à 5 ans; on n'obtiendrait pas de bons résultats avec des moutons élevés pour la production d'agneaux. Le Pin maritime a l'inconvénient de posséder une écorce plus vulnérable à l'écorçage par les ovins que le *Pinus radiata* jusqu'à 4 ou 5 ans, mais il est aussi moins apprécié: la surveillance des écorces doit s'exercer, particulièrement quand les animaux en sont le plus friands, c'est-à-dire en fin d'été et à l'automne. Dans les coupes d'élagage, les jeunes aiguilles de *Pinus radiata* sont acceptées par les ovins à la consommation, mais constituent des résiduels de mauvaise qualité, se décomposant mal. Les terres à planter sont arrosées d'un herbicide trois semaines avant la plantation sur des bandes de 1,5 m de large au milieu desquelles seront plantés les jeunes pins. On plante ceux-ci à 14 m entre les rangs et à 1,2 m sur les rangs, ce qui permet de réduire les coûts et de récolter le foin: quelquefois, on plante avec des bandes plus écartées encore mais avec deux, voire trois rangées de pins sur chaque bande de plantation. ANDERSON, G.W. *et al.* (1984) ont montré que la culture d'une céréale entre les lignes de pins pendant la première année de leur installation nuisait à la croissance des pins. En fait, on plante cinq fois plus d'arbres qu'il n'en subsistera au moment de la récolte finale de grumes, et on éclaircit pendant 6 ou 7 ans pour passer d'une densité de 500 à 200 arbres par hectare à 5 ans, qui représente une couverture du sol par les débris de 12%, ou de 500 à 200 arbres.ha⁻¹ à 7 ans, qui représente 25% de débris. On remarquera qu'à ces densités, les vents sont réduits à 60% de ce qu'ils seraient sur un terrain complètement découvert. Ces éclaircies tardives permettent évidemment de mieux choisir les arbres mais elles réduisent sensiblement le fourrage disponible. Le produit des éclaircies est abandonné et c'est cela qui constitue l'important volume de réma-

nents. Ensuite, on élague les arbres jusqu'à 10 cm de diamètre, pour que la lumière passe mieux entre eux et ceci jusqu'à 60% environ de leur hauteur: ainsi, la pousse de l'herbe n'est pratiquement pas freinée. Il existe assez tôt une compétition entre les différents individus de *P. radiata*: en conséquence, on doit en ramener le nombre de plus de 200 arbres à l'âge de 8 ans à environ 50 à 70 arbres par hectare à 22 ans, qui seront conduits presque tous jusqu'à l'exploitation, qui se fait lorsque les arbres ont 30 ans. La profitabilité de l'opération est comparable à celle d'une plantation en plein, avec l'avantage d'une plus grande variété des produits, mais au prix d'un travail plus intense. Il est bien clair qu'il s'agit là d'un exemple de sylvipastoralisme où la foresterie joue encore un rôle quelque peu dominant, mais on commence à voir des exploitations de plus en plus nombreuses où l'aspect production animale l'emporte peu à peu sur l'aspect forestier. L'emploi de feuilles de végétaux ligneux fourragers par les ruminants permet à ceux-ci d'absorber davantage de fourrages grossiers, tels que paille ou herbe sèche sur pied, et de mieux les utiliser (PRESTON *et al.*, 1986).

SINCLAIR (1979) a décrit les effets en Afrique de l'Est de la grande épidémie de peste bovine qui s'y est déclarée à la fin du siècle dernier. Les premiers effets en sont apparus en 1880 et dès 1882 on estimait que de très nombreux bovidés sauvages mais aussi 95% des bovins étaient morts, entraînant la famine chez les humains et des épidémies comme la variole. Mais les Hommes eurent à souffrir d'autres maux: en effet, les carnivores, privés de leur sources de nourriture habituelle, commencèrent à s'attaquer aux humains et on vit se multiplier des lions mangeurs d'hommes; en conséquence, de nombreux territoires ruraux furent abandonnés, ce qui entraîna notamment une diminution de la production agricole, l'invasion des terroirs abandonnés par des broussailles et une infestation par les mouches tsé-tsé et la trypanosomiase. D'où une nouvelle

cause de retrait pour les populations déjà éprouvées.

En 1960, la suppression de la peste bovine dans les Plaines du Serengeti en Tanzanie, avait entraîné des conséquences aussi importantes. La première conséquence fut le doublement du taux de survie des jeunes gnous, qui passa de 25% à 50%; la population de gnous s'accrût de 250 000 en 1961 à 500 000 en 1967, tandis que la population de zèbres ne changeait pas car cette espèce n'étant pas un ruminant n'est pas sensible à la peste bovine. Les perturbations qui s'ensuivirent furent considérables: dans les plaines, les Graminées les plus palatables furent sévèrement surpâturées et progressivement dominées par des herbes moins appréciées, ce qui permit à la gazelle de Grant, peu exigeante, de se développer aux dépens d'autres gibiers, et au guépard, amateur de cette gazelle, de se multiplier. Dans les zones boisées, les herbes sèches furent moins nombreuses, ce qui entraîna une réduction des feux, mais aussi des buffles, et un léger accroissement des arbustes et des arbrisseaux: ceci a permis aux girafes de s'accroître et a permis au bout de quelques années aux grands arbres de devenir beaucoup plus nombreux.

Végétaux ligneux et production animale

Les différentes espèces d'animaux, en fonction de leur constitution physique, font appel aux arbres, arbustes et arbrisseaux pour leur fournir du fourrage de façons diverses. Olivier de SERRES (1600) semble être le premier auteur de langue française qui ait attiré l'attention sur l'important rôle que jouent les végétaux ligneux dans l'alimentation des animaux, et en particulier le mûrier, dont il a introduit en France de nombreuses variétés: à maintes reprises dans son monumental ouvrage, il en souligne divers aspects. Faisant de l'agroforesterie sans le savoir, il insiste sur le rôle bienfaisant des feuilles et des jeunes rameaux de ligneux dans l'alimentation des ruminants,

il souligne l'intérêt de planter des ligneux dans les garennes, et il explique l'importance du mûrier dans l'élevage des vers à soie. Au Kenya, on a rapporté que le dromadaire passe environ 50% de son temps de pâturage à brouter des espèces à plus de 1,6 m de hauteur. Il prélève 56% de sa nourriture dans les arbrisseaux et 34% dans les arbres et les arbustes. Seules, les chèvres prélèvent aussi une part importante de leur nourriture dans les arbustes et les arbres: 18%. Les moutons n'en prélèvent que 2%, et ni les ânes ni les bovins n'en tirent habituellement leur nourriture. Dans le District du Turkana, au nord-ouest du Kenya, les mêmes auteurs estiment qu'en saison sèche 70% du lait est fourni par les dromadaires, contre 20% par les petits ruminants et 10% seulement par les bovins.

Les végétaux ligneux représentent souvent une part non négligeable des ressources pastorales. La valeur fourragère des feuilles et des fruits et des arbres ou arbustes est souvent supérieure à celle des plantes herbacées, particulièrement dans le cas des Légumineuses. Dans les régions arides, ce sont les végétaux ligneux (*Acacia*, *Atriplex* sp.pl., etc.) qui assurent pour une bonne part la ration azotée en période sèche, alors que la valeur fourragère des Graminées desséchées est très faible. Du fait de leur adaptation à la sécheresse, quelques végétaux ligneux restent en effet verts pendant les périodes sèches ou reprennent une vie active avant les espèces herbacées. Cet apport fourrager est important non seulement pour les ovins et les caprins, mais aussi pour les bovins et encore plus pour les herbivores sauvages. La destruction accélérée des peuplements ligneux dans le Sahel est un facteur important de la régression de la vie pastorale dans ces régions. Dans les zones humides ou subhumides, le pâturage arbustif est moins important; mais les repousses ligneuses sont broutées et fournissent pendant les périodes sèches un complément azoté important". (UNESCO *et al.*, 1981: 45).

Il semble que ce soit dans le courant du XVII^e siècle que l'on ait commencé à cultiver des ligneux comme fourrage. Leur intérêt fourrager avait été reconnu bien des siècles plus tôt. Ainsi l'ajonc, *Ulex europaeus*, est recommandé par le grand agronome DUHAMEL du MONCEAU dès 1762 pour fournir du fourrage et améliorer les terres pauvres ou acides; il est cultivé dès lors en Bretagne, où il était déjà fort répandu à l'état sauvage, en Poitou et en Languedoc, mais aussi au Pays de Galles. La serradelle, *Ornithopus vicifolia*, souvent pérenne, est cultivée dès le début du XVIII^e siècle au Portugal pour améliorer les terres sableuses et pour fournir du fourrage: MILLINGTON l'introduit en Angleterre en 1794, d'où elle gagne la Belgique, où sa réussite en Campine fut exceptionnelle.

Dans certains environnements, l'absorption de ligneux par les animaux peut donner un goût particulièrement agréable à la viande, qui est alors très appréciée, et par conséquent surpayée; c'est le cas du mouton dit de pré-salé dans certaines régions françaises et en particulier dans la baie du Mont Saint Michel, où ils se nourrissent de Graminées chargées de sel par les embruns de la mer, mais surtout en Camargue, où leur nourriture est constituée d'halophytes ligneuses diverses. C'est le cas aussi des troupeaux de moutons qui sont conduits saisonnièrement sur les plages de Suède pour y consommer *Triglochin maritimum*; le goût de leur viande en est très amélioré, et même si cette coutume a diminué d'importance, elle reste pratiquée (SZABO, 1970). En Arabie saoudite, des bergers nous ont confié en 1964 dans la région d'Az Zharan, sur le Golfe persique, qu'ils mettaient leurs moutons sur les pâturages salés du bord de mer avant de les vendre, parce que la viande prenait un meilleur goût. Déjà Olivier de SERRES écrivait (1600): "La plus délicate viande de porc est faite de glands" et ROUPNEL (1932): "(La forêt) renferme plus de chair que les maigres étalles ou les petites prairies".

Dans la région des Monts Mandara (Cameroun), et spécialement dans la plaine qui les borde au nord, les végétaux ligneux ne sont pas employés couramment pour nourrir les boeufs de case à l'embouche (THYS *et al.*, 1986). Pour engraisser ceux-ci, on constitue des réserves de foin en fin de saison des pluies. Ce foin constituera 43,5% M.S. de la ration de saison sèche, avec 23,5% de fanes d'arachide, 16% de feuilles et de tiges de mil, 13,5% de feuilles de patate, 2,5% de feuilles de haricot, et 1% de drêches de mil. Etant donné que l'herbe de savane contient par kilogramme de M.S.: 62,6 g M.A.D., 0,42 U.F., 4 g Ca et 2,5 g P, les quantités de M.A.D. kgM.S.⁻¹ sont de 147,5 g pour les drêches de mil, de 57,6 g pour les feuilles de haricot, de 45,5 g pour les feuilles et les tiges de mil, de 69,5 g pour les fanes d'arachide, et de 82,4 g pour les feuilles de patate, ce qui donne pour un kilogramme de M.S. de cette ration de saison sèche:

- M.A.D.: 65 g contre 65 pour une ration de saison des pluies,
- U.F.: 0,44 g contre 0,44
- Ca: 7,07 g contre 5,8
- P: 2,15 g contre 2,3.

Toutefois, ces observations ne cadrent pas avec celles que nous avons pu faire nous-mêmes en plein cœur des Monts Mandara, au Cameroun, et spécialement dans la région de Meri et de Koza, où nous avons constaté en 1981 l'utilisation ordonnée et systématique des végétaux ligneux pour l'affouragement des animaux; il est vrai que dans cette zone très montagnaise, les boeufs de labour ne sont pas nombreux et que les animaux ont une valeur sociale plus grande que dans la plaine bordière, ce qui explique pour une part que leurs propriétaires en prennent plus de soins en leur assurant une alimentation aussi riche que possible. D'autre part, le terrain est encore plus intensément utilisé que dans la plaine, et il n'y a que fort peu d'espaces où l'herbe puisse pousser: les animaux sont donc nourris essentiellement avec des résidus de récolte et avec du fourrage ligneux, tiré en particulier de

Zizyphus sp. pl. (ARGOULLON *et al.*, 1981); ces jujubiers sont d'ailleurs l'objet de grands soins culturaux. Comme ils sont installés au milieu de parcelles cultivées, les agriculteurs élaguent soigneusement les basses branches, à la fois pour qu'elles ne gênent pas dans l'entretien du sol jusqu'au pied des arbres, et pour qu'elles n'ombragent les cultures que le moins possible.

LEWIS *et al.* (1983) ont étudié l'intégration de bovins à la culture des pins dans le sud des Etats unis d'Amérique. Voici le résumé qu'ils donnent de leurs travaux. Les fourrages naturels du sud des Etats unis sont souvent pauvres et peu digestes à l'exception des pâturages améliorés. Etant donné que dans cette région, la culture des pins a une grande importance car ils croissent rapidement, l'intégration de leur sylviculture avec l'élevage de bovins semble pouvoir être une forme de gestion efficace, c'est pourquoi on a expérimenté pendant 20 ans en comparant des pâturages sans arbres constitués d'herbe des Bermudes côtière, *Cynodon Dactylon*, de dallis, *Paspalum dilatatum*, et de bahia du Pérou, *P. notatum*, avec des pâturages identiques mais portant des pins, *Pinus Elliotti*, espacés de 3,7 x 3,7 m et aussi de 6,1 x 6,1 m. Pendant les trois premières années, les parcelles arborées ont été nettoyées de toute concurrence herbacée, et le semis de Graminées n'était fait qu'après ce nettoyage. Les animaux n'ont été autorisés à pâturer que la cinquième année. Les pâturages ont été régulièrement pâturés et brûlés pendant quinze ans. Plus le couvert était fermé, moins la production était importante. Des trois Graminées testées, *Paspalum notatum* s'est montrée la plus tolérante à l'ombre, tandis que *Cynodon Dactylon* était la moins tolérante. Les gains de poids ont atteint 3933 kg.ha⁻¹ sur les pâturages sans pins, 2302 kg.ha⁻¹ avec pins très espacés et 1518 kg.ha⁻¹ sur ceux avec pins resserrés. Le taux de survie a été bas, en raison d'attaques du ver des cônes et de rouille méridionale fusiforme. La croissance des survivants a été rapide, en moyenne de 19,0 et 16,9

m en hauteur, alors que la production de bois de pâte à 20 ans a été de 181,4 et 96,0 m³ avec respectivement des espacements larges et des espacements serrés. Plantés dans les mêmes conditions et avec des espacements au milieu de la végétation naturelle et sans pâturage, le pin d'Elliott, *Pinus Elliotti*, a donné 16,0 et 15,7 m de hauteur, 19,6 et 23,4 cm de diamètre et 145,8 et 119 m³ de bois à pâte. En combinant la production de viande de boeuf et de bois de pin sur des pâturages améliorés, on obtient une plus grande variété de produits, mais cela n'est pas sans compliquer la gestion, car il faut veiller soigneusement en particulier à ce que les bêtes au pâturage ne causent pas aux jeunes arbres des dommages, et ne mangent pas les très jeunes. Si la fertilisation apportée aux herbes donne une accélération de la croissance des jeunes ligneux qui leur permet d'être plus vite hors d'atteinte des bovins, cela les rend aussi plus sensibles aux divers parasites (LEWIS *et al.*, 1972).

Pendant plusieurs années les peuplements ligneux sahélics de l'été Olé, au Sénégal ont été étudiés (BILLE *et al.*, 1972). Assez pauvres, ils comptent 133 individus par hectare, dont 98% appartiennent à six espèces toutes appréciées par le bétail, la biomasse totale est de 3,5t.ha⁻¹ environ dont:

- ♦ 950 kg.ha⁻¹ pour *Commiphora africana*
- ♦ 900 kg.ha⁻¹ pour *Balanites aegyptiaca*
- ♦ 650 kg.ha⁻¹ pour *Guiera senegalensis*
- ♦ 650 kg.ha⁻¹ pour *Boscia senegalensis*
- ♦ 550 kg.ha⁻¹ pour *Grewia bicolor*
- ♦ 310 kg.ha⁻¹ pour *Acacia Senegal*

BILLE (1973) a fourni des données des productions épigée et hypogée pour une parcelle:

- ♦ biomasse épigée 1850 kg.ha⁻¹ dont 430 kg d'écorce
- ♦ accroissement annuel: 150 kg.ha⁻¹
- ♦ productions caduques: 90 kg.ha⁻¹
- ♦ biomasse hypogée: 1450 kg.ha⁻¹
- ♦ accroissement annuel: 110 kg.ha⁻¹

- ♦ racines fugaces: 110 kg.ha⁻¹

Ces chiffres indiquent que la production fourragère ligneuse n'est pas considérable dans les zones sèches. Mais son rôle est fondamental pour l'élevage car ces fourrages sont riches en azote et sont disponibles généralement pendant la période de soudure, en fin de saison sèche et tout au début de la saison des pluies, quand les animaux n'ont aucune autre nourriture à leur disposition.

L'effet de la compétition entre l'arbre et l'herbe se traduit quantitativement et qualitativement. On peut exprimer les résultats par des courbes, qui varient avec les conditions climatiques. D'une façon générale, la quantité d'herbe augmente un peu lorsque le couvert augmente, puis se stabilise et diminue. Dans le Causse Méjean (France), HUBERT (1989) a montré qu'un couvert de chênes de 65 % était, en climat subméditerranéen froid, le maximum tolérable pour permettre un aménagement sylvipastoral. Avec un couvert plus dense, la production herbagère est trop réduite et n'est pas compensée par la production de brouet.

Dans la zone méditerranéenne française, l'élevage et la sylviculture sont souvent associés sur un même espace et on cite par exemple:

- ♦ la châtaigneraie à fruits;
- ♦ la valorisation d'interventions sylvicoles par le pâturage, aboutissant souvent à une éclaircie et, à terme, à produire des ligneux commercialisables avec un élevage qui vise à être rentable;
- ♦ l'utilisation de l'effet de l'animal sur l'arbre pour mieux valoriser l'équilibre animal / arbre;
- ♦ les recherches sur les ligneux fourragers adaptés à la zone, pour augmenter et améliorer leur productivité;
- ♦ les travaux sur les feux contrôlés et le pâturage dans le but de réaliser un meilleur équilibre écologique.

Physiologie

De même qu'on peut concevoir une classification des types de végétation tropicale (AUBREVILLE, 1965; C.N.R.S., 1955), on peut grouper les plantes ligneuses d'après leurs formes biologiques (AUBREVILLE, 1963) ou leurs exigences écologiques (ANDERSON, 1966). On peut aussi les grouper d'après leur physiologie. Les espèces végétales de la savane néotropicale ont ainsi été classées en quinze groupes par SARMIENTO *et al.* (1969). Les ligneux sont essentiellement répartis entre les groupes suivants:

- ♦ A. Espèces assimilant le carbone toute l'année
 - A.1. Espèces sans interruption de croissance et à floraison précoce.
 - A.2. Espèces à croissance continue mais à floraison retardée.
 - A.3. Espèces à croissance continue et floraison tardive; on trouve dans ce groupe plusieurs espèces des galeries et des savanes des *llanos* vénézuéliens. Ainsi, chez *Cassia moschata* la production et la chute des feuilles interviennent simultanément toute l'année, tandis que la floraison commence tôt dans la saison sèche, puis subit une seconde accélération entre la saison sèche et la saison des pluies. Par contre, chez *Copaifera officinalis* la feuillaison est irrégulière, avec des poussées brutales de feuilles à différentes périodes de l'année et un seul maximum de production de fleurs pendant la saison sèche.
 - A.4. Espèces à croissance et à floraison continues.
 - A.5. Espèces à croissance continue, opportunistes: se rattachent à ce groupe l'*Imperata brasiliensis*, et quelques végétaux ligneux des savanes, qui se mettent automatiquement à fleurir après un feu, à quelque saison que celui-ci survienne.
 - A.6. Espèces à croissance saisonnière et à floraison précoce.

- A.7. Espèces à croissance saisonnière et à floraison retardée, où sont indépendants les processus de la feuillaison et de la floraison; ainsi du *Ptilostigma Thonningii* qui commence à former des feuilles avant les premières pluies, feuilles qui sont fréquemment détruites par des feux tardifs dans les savanes de Lamto en Côte d'Ivoire (MENAUT, 1971, 1977), et remplacées rapidement par de nouvelles feuilles; les premières fleurs apparaissent en juin, quatre ou cinq mois plus tard que les premières feuilles, et continuent à se former pendant plusieurs mois; il se forme encore des fleurs alors que commencent à apparaître les premiers fruits.
- A.8. Ligneux sempervirents à croissance saisonnière et à floraison tardive. En Afrique, *Bridelia ferruginea* et *Crossopertix febrifuga* appartiennent à ce type.
- ♦ B. Espèces avec une assimilation du carbone saisonnière
 - B.1. Espèces pérennes à floraison précoce.
 - B.2. Espèces annuelles.

Un autre facteur important de classification des plantes est la résistance à la salinité (ARONSON, 1984) ou la richesse plus ou moins grande de leurs variétés et cultivars en certains éléments, comme par exemple les sucres (ATKINS, 1988).

On constate chez certaines espèces une réaction positive au pâturage; ainsi l'*Acacia horrida* d'Afrique du Sud fait une première poussée de ses feuilles induite par la saison, mais qu'il en fait une ou même plusieurs autres dès qu'il est brouté. En Afrique sèche notamment, il est facile de constater des phénomènes analogues; sans cette aptitude à réagir à un broutage intense par une nouvelle croissance de feuilles, la plupart des ligneux, souvent soumis à des prélèvements sévères par les animaux, ne survivraient d'ailleurs pas. On peut donc raisonnablement penser que la composition sinon la structure de la vé-

gétation des terres à pâturage n'est pas affectée depuis qu'une charge de bétail trop forte occupe ces terres. C'est sur les jeunes plantules et sur les individus très jeunes que l'effet de la défoliation et/ou de la phytophagie est le plus marqué. Cet effet est plus marqué quand il y a des animaux sauvages que lorsque le bétail domestique est seul; en effet, la faune sauvage comprend bien souvent plus de brouteurs que les troupeaux domestiques. Une autre raison est que la faune semble bien exploiter plus intensément chaque plante que ne le font les animaux domestiques, qui, eux, passent très rapidement d'une plante à une autre lorsqu'ils paissent, donnant quelquefois l'impression qu'ils les touchent à peine. Par contre, la présence d'animaux brouteurs peut avoir une influence importante sur la forme des individus; on connaît la forme sculptée que prennent certains buissons lorsqu'ils sont broutés, et que Philibert GUINIER, qui fut Directeur de l'École nationale des Eaux et Forêts de Nancy appelait "le lieu géométrique de la dent des chèvres". PELLEW (1983) a montré qu'au Serengeti, la présence de la girafe modifiait la répartition des individus d'*Acacia tortilis* par classes d'âge. Dans la Réserve de Klaseric, en Afrique du Sud, on a montré que le couvert des *Acacia nigrescens* était modifié par les girafes dans sa structure et dans sa forme, et que la surface qu'il recouvrait était sensiblement réduite par la présence de ces animaux.

La présence d'herbivores modifie la composition de la végétation, essentiellement par les choix qu'ils exercent entre les espèces à leur disposition. En étudiant des modèles simples d'évolution des relations des relations entre plantes et herbivores, NOY-MEIR a indiqué (1982) toutes sortes de façons dont des modifications d'équilibre dans des communautés végétales peuvent être créées par des animaux qui les utilisent et comment ces modifications sont applicables aux savanes boisées. Il a étudié successivement la compétition pour l'eau entre végétaux herbacés et

végétaux ligneux, la réponse de chaque composant aux ruminants, et les interactions des animaux avec la compétition, c'est-à-dire leurs effets sur l'équilibre entre ligneux et herbacées, ainsi que la stabilité du système ligneux/herbacées/animaux. La série des points H où se rencontrent les courbes G de l'herbe et W des ligneux permettent de déduire la réponse de G et de W quand H augmente. On peut alors distinguer

quatre cas en ce qui concerne la réponse des populations d'herbivores:

- 1) Paisseurs (ou herbivores) absolus (les ligneux ne sont pas du tout consommés) (fig. 6a). Lorsqu'on accroît H, la biomasse d'herbes diminue et la biomasse de ligneux augmente jusqu'à un point H où $G = 0$ et W reste constant. Ce point peut être atteint de façon continue (fig. 7a) ou bien il peut y avoir un saut discon-

tinu, et une région de H où le sort de G dépend des conditions initiales.

- 2) Paisseurs préférentiels (fig. 6b). Quand la densité des consommateurs primaires défoliateurs s'accroît, la biomasse herbacée diminue, mais la biomasse des ligneux peut s'accroître, ou bien décroître légèrement, ou bien rester plus ou moins constante, en fonction des relations de préférence. Au-delà d'une certaine valeur de H, il n'y a plus d'herbe et la biomasse ligneuse décroît avec une augmentation ultérieure de H; comme dans le cas précédent, l'extinction de l'herbe peut se faire de façon continue ou discontinue (fig. 7c).
- 3) Brouteurs préférentiels (fig. 6c). Avec des densités moyennes de consommateurs primaires défoliateurs, G et W diminuent lorsque H augmente. Leur taux peut évoluer en faveur de l'herbe (si la préférence pour les végétaux ligneux est nette, G absolu peut rester constant ou même diminuer légèrement). Cependant, lorsque la biomasse de brouit disponible diminue avec un H élevé, la pression de consommation sur les herbes augmente; G arrivera à s'éteindre, probablement d'une façon discontinue, tandis que W se réduit virtuellement à sa biomasse non consommable (fig. 7d).
- 4) Brouteurs défoliateurs absolus (fig. 6d). Un accroissement de la densité des animaux entraîne une réduction de la biomasse ligneuse, tandis que la biomasse herbacée s'accroît par réduction de la compétition des ligneux. A une certaine valeur de H, la biomasse ligneuse sera réduite à la partie non consommable et G et W coexisteront dans un nouvel équilibre stable (fig. 7e). Il n'y a que très peu de vertébrés qui, comme le koala et le panda, ne touchent pas à l'herbe quand il n'y a plus de brouit disponible.

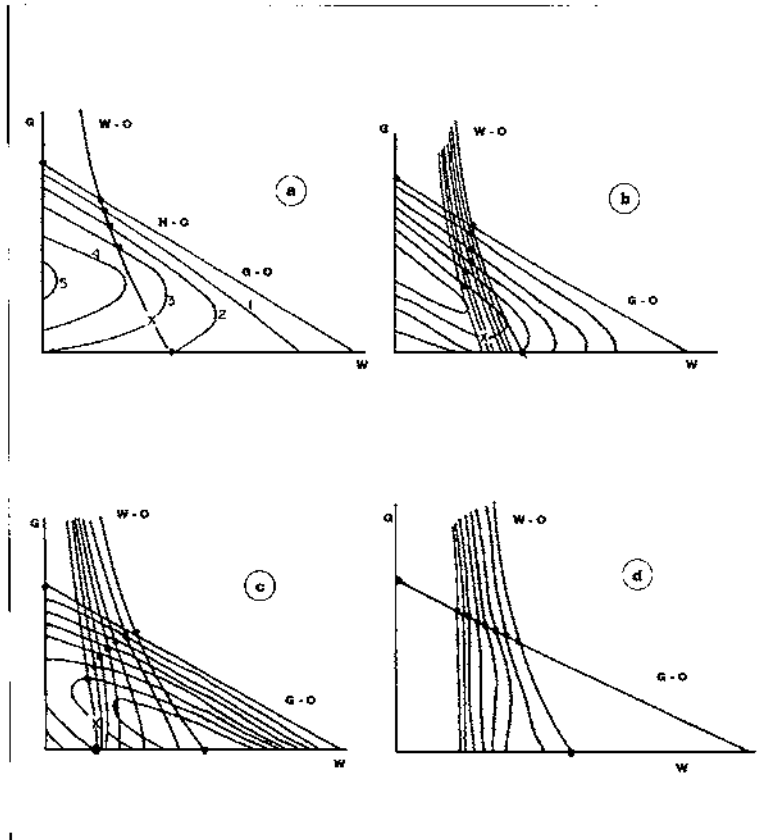


Fig. 6 - Effets de la consommation des herbivores sur l'équilibre plantes herbacées/plantes ligneuses.

Lignes isoclines des herbes ($dG = 0$) et des plantes ligneuses ($dW = 0$) dans le plan H-E, à des niveaux croissants de la densité fixe d'herbivores (lignes en courbes). Les interactions stables (équilibres) sont marquées par o, les instables par x. Préférences des herbivores:

- a) paisseurs absolus;
- b) paisseurs préférentiels;
- c) brouteurs préférentiels;
- d) brouteurs absolus.

Source: NOY-MEIR, 1982

On peut raisonnablement penser que la pression forte et continue que subissent depuis longtemps les savanes africaines, au moins par comparaison avec les

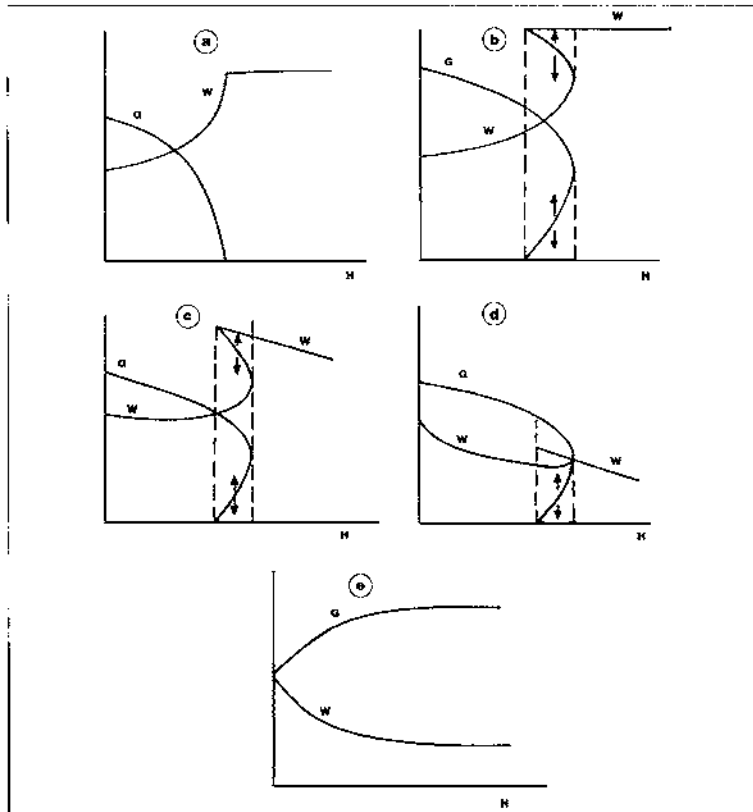


Fig. 7 - Réponse de la biomasse ligneuse (W) et herbacée (G) à la densité d'herbivores (H).

- a) paisseur absolu, baisse continue de l'herbe; d) brouteur préférentiel;
 b) paisseur absolu, catastrophe chez les herbes; e) brouteur absolu.
 c) paisseur préférentiel;

Source: NOY - MEIR, 1982

savanes australiennes, explique la forte proportion de plantes non consommées par les animaux: une sélection à rebours s'est faite. On a même attribué l'envahissement des terres à pâturage par des buissons à la disparition de l'herbe par suite du pâturage, et par conséquent à son absence dans la compétition; il ne semble pas en être ainsi dans les zones sèches que nous connaissons, où la végétation ligneuse, même quelquefois sous des précipitations faibles, de l'ordre de 300 mm ou moins, finit souvent par l'emporter sur la végétation herbacée, lorsqu'une mise en défens est effectuée. Lorsqu'en 1958, dans le nord

du Kordofan soudanais, nous construisimes un exclos solide pour protéger une parcelle herbeuse de la dent du bétail, avec l'idée de suivre son évolution; nous fumes surpris deux ans plus tard, en revenant sur les lieux, d'y trouver une vingtaine de semis ligneux par hectare: la protection du pâturage, et en particulier la protection contre le feu, avaient permis à des semences de ligneux de germer et de s'installer. KNOOP *et al.* (1984) montrent que les réactions diffèrent suivant les sols. Sur des sols à texture fine avec un horizon superficiel à forte capacité de rétention de l'eau, la couverture herbacée peut devenir assez

dense pour empêcher l'installation d'une strate ligneuse. Au contraire, sur des sols à texture grossière, la faible densité du réseau racinaire et la couverture insuffisante du sol par les herbes ne peuvent s'opposer à l'installation.

Quant à l'impact réel des herbivores sur le cycle des éléments nutritifs, il est controversé, certains auteurs comme BOTKIN *et al.* (1983) prétendant que les herbivores ont une influence majeure sur le statut du sol en éléments nutritifs et sur la dynamique de ces éléments, tandis que d'autres, comme MENAUT *et al.* (1982) soutiennent que l'impact des herbivores étant faible ne peut avoir de conséquences à long terme.

Ce qui paraît certain au Sahel, c'est que les effets de la sécheresse sur la végétation ligneuse sont gravement accentués par la surexploitation des quelques espèces qui ont résisté (PEYRE de FABREGUES, 1990). La pluviométrie enregistrée indique dans certaines régions un très grave déficit par rapport à de longues séries antérieures, par exemple 35,5% à Maradi (Niger). Dans le même temps, les hommes et leurs animaux se sont accrus dans les dernières décennies à un rythme d'une rapidité jamais observée dans l'histoire de cette partie du monde. La raison majeure en étant les vaccinations humaines et animales qui ont réduit la mortalité. Les effectifs du bétail sahélien entre 1923 et 1989 ont crû comme l'indique le tableau 8.

Cette phénoménale augmentation correspond à une augmentation des troupeaux par 7,6 entre 1923 et 1968. Entre 1923 et 1982, l'augmentation n'est que de 6,7, car les effets des sécheresses exceptionnelles des années 70 se sont faites sentir, aboutissant notamment à une réduction importante du nombre des bovins malgré les projets de reconstitution du cheptel qui ont alors sévi, projets malencontreux car non précédés ni même accompagnés de programmes d'aménagement des terres à pâturage. Comme le rappelle PEYRE de FABREGUES (*l.c.*), il faudrait "tenir

Physiologie de la germination

La germination de *Salsola rigida* est très rapide et commence quelques heures après le début de l'imbition. Le taux de germination des semences fraîches est très élevé tant à la lumière qu'à l'obscurité, et maximum avec une température de 15 à 20°C. On peut déshydrater et rehydrater (même deux fois!) des semences fraîches sans qu'elles perdent de leur pouvoir germinatif. Les très jeunes plants (moins de 10 mm) peuvent être desséchés aussi *in vitro* et repartir s'ils ont moins de 24 heures d'âge. Ils sont protégés encore par leur cuticule et grandissent par élongation des cellules. La radicule mesure moins de 10 mm.

Il en est de même des plantules d'*Haloxylon salicornicum* qui supportent un complet dessèchement puis repartent lorsque l'humidité est à nouveau suffisante.

(CLOR *et al.*, 1974)

compte de la charge représentée à l'époque par les herbivores sauvages qui étaient beaucoup plus nombreux qu'actuellement. Mais aucune base d'estimation de leur nombre n'existe et il est certain que, bien qu'incomparablement plus nombreux qu'aujourd'hui, ils ne constituaient pas une charge dangereuse sur les parcours en raison de leur grande dispersion et de leur capacité à utiliser un plus grand nombre de végétaux que le bétail domestique".

Plusieurs facteurs défavorables se sont renforcés. En même temps qu'une série de sécheresses exceptionnelles était enregistrée, les terres disponibles se faisaient de plus en plus rares, les rendements diminuaient, faute de pouvoir laisser les terres se reposer assez pour que leur fertilité se reconstitue, et le nombre de bouches à nourrir augmentait considérablement. Pour les arbres comme pour toutes les ressources natu-

relles, il en est résulté une surexploitation brutale, et tout spécialement pour les arbres fourragers, surtout pour ceux qui produisent des fourrages à la saison critique de l'année, c'est-à-dire très généralement à la fin de la saison sèche.

L'exemple du *Terminalia avicennioides* dans la région de Maradi le démontre clairement. Son émondage excessif et répété a provoqué sa quasi disparition. Comme beaucoup d'autres espèces ligneuses de cette région climatique, il émet de nouvelles pousses feuillées en fin de saison sèche, avant que les premières pluies n'apparaissent; ces feuilles sont d'autant plus abondantes que l'arbre a déjà subi un émondage l'année précédente. Comme le feuillage de cette espèce est très apprécié du bétail, c'est sur lui que se concentrent les éleveurs émondeurs, qui réussissent sans mal à recueillir une dizaine de kg de M.V. pour chacun de leurs animaux:

	1923	1946	1968	1982	1989
camélins	25 000	60 000	360 000	410 000	1 000 000
bovins	600 000	900 000	4 450 000	3 470 000	19 000 000
ovins	550 000	2 000 000	2 800 000	3 320 000	23 000 000
caprins	750 000	3 000 000	6 430 000	7 260 000	24 000 000
U.B.T.	605 000	1 235 000	4 620 000	4 070 000	26 000 000

Tableau 8 - Effectifs des différentes espèces de bétail entre 1923 et 1989 dans l'ensemble des pays du Sahel.

Source : PEYRE de FABREGUES, 1990; F.A.O., estimations pour 1989

le contenu est de 15 à 20% de M.P.B. dans la M.S., et les vitamines sont abondantes, ce qui fait qu'une ration composée pour l'essentiel de feuilles de *T. avicennioides* est facilement équilibrée. Dans cette même région avaient déjà pratiquement disparu depuis quelques années seulement l'acajou du Sénégal, *Khaya senegalensis*, dont les jeunes feuilles sont appréciées du bétail, et *Pterocarpus erinaceus*, dont les feuilles ont été depuis longtemps commercialisées sur les marchés. Sont également menacées de disparaître les espèces: *Parinarium macrophyllum*, *Vitex Doniana*, *Prosopis africana*, qu'il est difficile de retrouver en brousse tant les éleveurs se sont acharnés sur elles. Ont beaucoup régressé et seront aussi menacées de disparition si des mesures ne sont pas prises rapidement pour les sauver: *Lannea microcarpa*, *Tamarindus indica*, pourtant spécialement appréciées en raison de leur production fruitière, et peut-être même *Faidherbia albida*, malgré son pouvoir de régénération des sols et ses gousses si précieuses: déjà, il est en nette diminution dans la région de Maradi, mais aussi dans bien d'autres endroits de la région sahélo-soudanienne.

Un autre exemple est donné par la surexploitation de *Balanites aegyptiaca* dans la région sahélienne, où elle est fréquente. Elle a été décrite par GRAF (1990) dans la région de Djibo au Burkina Faso, ainsi que les méthodes très simples qui ont permis en quelques années de transformer des sites devenus presque improductifs en pseudosteppes et savanes basses arborées ou arbustées où les ruminants peuvent pâturer et même brouter. Le territoire était composé pour une part importante par des types de végétation très dégradés où le sol était presque nu sur 50 % de la surface et portait sur 5 à 10 % des coussins surbroutés de *B. aegyptiaca* de 2 à 3 m de diamètre, du centre desquels n'arrivaient plus à se dégager des tiges principales car les chèvres les broutaient en permanence. Une protection assez rigoureuse pendant 5 ans, mais pas totale cependant faute d'un gardiennage suffi-

A I a (32 ha)	Plateau rocheux à herbes et arbrisseaux épars: <i>Dalbergia melanoxylon</i> , <i>Acacia Senegal</i>
A I b (109 ha)	Pentes rocheuses à herbes et arbrisseaux épars: <i>Maerua crassifolia</i> (10 %), <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Pterocarpus lucens</i>
A II a (118 ha)	Hauts de pentes colluviaux à herbes en mosaïque et arbustes isolés: <i>Maerua crassifolia</i> (30 %), <i>Pterocarpus lucens</i> , <i>Combretum</i> sp.pl., <i>Zizyphus</i> sp.pl.
A II b (114 ha)	Bas de pentes colluviaux à herbes en mosaïque et ligneux peu nombreux: <i>Maerua crassifolia</i> (45 %), <i>Combretum</i> sp.pl., <i>Culotropis procera</i>
B I a (41 ha)	Montagne élevée à herbes et arbrisseaux épars: <i>Acacia Seyal</i>
B I b (46 ha)	Pentes fortes à ligneux isolés sur herbes rares: <i>Maerua crassifolia</i> (50 %)
B II a (144 ha)	Pentes moyennes à ligneux rares sur herbes en mosaïque: <i>Acacia Senegal</i> (10 %), <i>Zizyphus mauritiana</i>
B II b (36 ha)	Basses pentes à ligneux peu abondants sur herbes peu abondantes: <i>Maerua crassifolia</i> (10 %), <i>Leptadenia hastata</i>
C (109 ha)	Vallées et alluvions à forêt riparienne claire: <i>Maerua crassifolia</i> (25%), <i>Anogeissus leiocarpus</i> , <i>Piliostigma reticulata</i>

Tableau 9 - Augmentation de certaines espèces végétales par la protection, d'après les unités pédologiques.

(Source : GRAF, 1990)

samment rigoureux, a permis à des tiges de se développer en hauteur. Dès que ces tiges ont été assez hautes pour être hors d'atteinte des chèvres, on a élagué les coussins pour que toute la force de la plante se concentre dans les tiges principales et celles-ci se sont développées rapidement. D'autres espèces, comme *Boscia angustifolia*, *Maerua crassifolia*, et quelques acacias, ont profité aussi de la protection et se sont développées et multipliées, et on est passé de 185 à 375 individus ligneux par hectare en 5 ans. Toutefois, les espèces qui existaient avant la sécheresse des années 1970 ne sont pas réapparues ou seulement en très petit nombre: *Combretum* sp. pl., *Anogeissus Schimperii*, *Piliostigma reticulata*. Par contre, la gazelle corinne, *Gazella rufifrons*, qui était considérée comme éteinte dans la région, a réapparu dans les peuplements de *Boscia angustifolia*, *B. senegalensis*, *Leptadenia pyrotechnica* et *Maerua crassifolia*. De 1986 à 1989, on a constaté des augmentations chez les ligneux pérennes en fonction des unités pédologiques identifiées (les pourcentages d'augmentation sont quelquefois indiqués par espèces), (tableau 9).

Maerua crassifolia a augmenté en nombre plus que toute autre espèce.

Par ailleurs, GRAF (*l.c.*) a constaté que l'émondage soigneux et fort de *Balanites aegyptiaca* dépérissants avait permis à ceux-ci de se revigorer, tout en fournissant une quantité appréciable de brou. Comme nous l'avons écrit en 1968, comme l'ont fait BOUDET, POLISEN et d'autres, il semble donc recommandable d'élaguer systématiquement, voire d'émonder, les ligneux de brou pour assurer leur meilleure production, plutôt que de leur laisser un feuillage trop abondant qui les épuise rapidement en cas de sécheresse; cela amènerait à revoir complètement les réglementations établies par la plupart des services forestiers, qui interdisent en général la coupe des branches.

Installation

Les animaux sont souvent utiles à l'installation des ligneux. Par exemple, on a proposé (GROSMAIRE, 1957) d'utiliser le bétail pour la dissémination de l'*Acacia Senegal*.

"L'installation massive de jeunes plants de gommiers aux abords immédiats des forages profonds présente un intérêt extraordinaire pour la multiplication des gommiers dans toute la zone pastorale... Nous ne cherchons pas à installer des

gommiers producteurs de gomme aux abords, mais nous espérons que ces plants donneront des gousses en abondance d'ici 4 ou 5 ans. A ces emplacements parcourus en tous sens par les bestiaux dans leurs mouvements quotidiens vers les abreuvoirs, nous sommes certains que toutes les gousses sont consommées immédiatement. Tout le monde sait que les graines de gommiers à peine attaquées par les sucs digestifs des ruminants se retrouvent aux quatre coins de la brousse avec les déjections dans un état particulièrement favorable au développement du jeune plant. Il suffit de constater, en brousse, le long des rives du Fleuve (Sénégal), l'abondance de la régénération de jeunes gommiers sur les parcs à bétail pour (en) être convaincu... Les gommiers sont surtout abondants dans les pâturages que les animaux pouvaient prospecter autour des points d'eau tels qu'ils existaient il y a peu de temps ("dieri" des bords du Fleuve, rives du Lac (de Guier) et Bounoum, voisinages de certains puits anciens). Partout ailleurs, les gommiers sont presque inexistantes. On peut logiquement supposer que cela résulte du fait qu'en saison sèche les animaux chassés par l'assèchement des mares étaient bien incapables de propager les graines de gommiers... Si chaque forage profond peut fournir des gousses de gommiers au bétail qui vient boire, on obtient alors un nouveau point de diffusion d'arbres producteurs. On peut espérer ainsi multiplier les gommiers de la zone équipée par les forages par 20 ou 30 ou davantage, car il n'y a pas de raisons pour que les environs du forage de M'Bidi soient moins riches en gommiers que le Bounoum."

Une autre technique susceptible d'aider à l'implantation de ligneux dans des pâturages est celle du manchonnage, pratiquée notamment en zone méditerranéenne sèche (DUPRAZ *et al.*, 1990). Elle réduit considérablement la mortalité, comme l'indiquent le nombre de morts avec et sans effet manchon (Tableau 10).

	Mortalité		Croissance de la pousse apicale		rapport
	avec manchon	sans manchon	avec manchon	sans manchon	
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	1/8	3/8	64	20	3,2
<i>Gleditschia triacanthos</i>	0/7	0/8	41	15	2,7
<i>Ulmus campestris</i>	0/8	1/8	48	23	2,1
<i>Fraxinus excelsior</i>	1/8	6/8	12	6	2,0
<i>Lilburnum</i> sp.	0/8	7/8	9	5	1,8
<i>Sorbus Aria</i>	2/8	6/8	14	8	1,7
<i>Populus</i> sp. pl.	1/8	6/8	35	32	1,1

Tableau 10 - Effet du manchonnage sur la reprise de plants ligneux en zone méditerranéenne sèche.

Source: DUPRAZ, 1987

Au Cameroun, sur une parcelle de 2,5 ha mise à la disposition du Centre de recherche forestière par le Centre de recherche agronomique de Maroua, à 5 km de cette ville en direction de Bogu, à Guiring, Eyog MATIG vers 1983, à la suite de beaucoup d'autres chercheurs, a montré que des sols stériles "hardé", où les plantations classiques de plants ligneux dans des trous de 40 x 40 x 40 cm ne réussissaient pas, pouvaient être réhabilités par sous-solage. Il se produit une amélioration des taux de reprise, de croissance en hauteur et en diamètre, et

une augmentation de la capacité de stockage des réserves en eau du sol, mesurée par des sondes à neutrons; mais le résultat le plus spectaculaire est la régénération spontanée de la végétation naturelle, herbacée aussi bien que ligneuse, sur les parcelles sous-solées. De plus, l'essai a permis de démontrer la supériorité de l'*Eucalyptus camaldulensis* 81/3302 N sur toutes les autres provenances essayées et quel que soit le type de sol, comme le montre le tableau 11.

D'une façon générale, l'installation de jeunes plants doit être considérée comme une importation délicate et importante. L'expérience montre que toutes les phases de l'opération doivent être soignée et que tous les détails ont leur importance. Par exemple, il s'avère que si des contrôles ne sont pas faits pendant les opérations de plantation, les planteurs ont très vite tendance à réduire les dimensions des trous de plantation. De la même façon, doit être contrôlée la qualité des plants en pépinière, sans hésiter à rejeter et à détruire ceux qui ne sont pas de toute première qualité, qui peuvent représenter jusqu'à 20% quelquefois de la production: sans cette mesure drastique, ces mauvais plants sont utilisés et donnent toujours de mauvais résultats. Il faut aussi tenir grand compte de la durée d'exposition au soleil des racines des plants, qui doit être aussi réduite que possible et ne pas dépasser quelques dizaines de secondes; comme l'a montré entre 1962 et 1970 l'ensemble des résultats obtenus avec des résineux par le CFTEF (Centre d'études techniques et économiques forestières) du Tarn, en France, les résultats de la reprise sont fortement influencés par la durée de l'exposition au soleil des racines des jeunes plants; si celle-ci ne dure que quelques secondes, l'influence

Les hauteurs des plants à trois ans sont exprimées en mètres dans la colonne de gauche et la reprise est exprimée en pourcentages dans celle de droite. Les clones d' <i>eucalyptus</i> et les espèces essayées sont:	Hardé		Sable/argile		Vertisol		Argile/sable	
	H (m)	% réussi	H (m)	% réussi	H (m)	% réussi	H (m)	% réussi
81/3302 N	3,65	44	4,25	70	4,8	61	-	-
80/2865 N	3,25	66	3,55	74	4,35	85	4,70	100
78/2148 N	3,15	40	2,60	48	4,00	59	5,20	100
80/2810 N	2,70	40	3,00	65	4,10	49	5,60	100
<i>Senna Siameu</i>	3,20	17	-	-	-	-	3,45	90
<i>Azadirachta indica</i>	2,35	65	-	-	1,90	84	2,90	89
<i>Dalbergia Sissou</i>	2,00	69	-	-	-	-	2,95	95
<i>Khaya senegalensis</i>	1,15	75	-	-	-	-	1,40	82
<i>Tamarindus indica</i>	-	-	-	-	-	-	0,55	100

Tableau 11 - Résultats d'implantation de 9 types de plants ligneux sur sols "hardé" au nord Cameroun comparés à trois autres types de sols.

Source: rapports du C.T.E.T. Cameroun

est négligeable; au bout de quelques dizaines de secondes, elle devient sensible; au-delà d'une minute d'exposition, la mortalité s'accroît très brutalement et atteint des taux inacceptables.

Lors de visites faites avec Peter WOOD de pépinières gouvernementales et privées en Somalie, de très nombreuses imperfections ont été constatées, comme de laisser des plants trop élevés dans des pépinières pour être distribués ou de trop arroser les plants dans la période précédant leur transfert, ce qui les rend plus sensibles à un coup de sécheresse quand ils sont mis en terre (BAUMER et WOOD, 1985 a et b).

Au Kenya, dans le Projet agrisylvipastoral de la vallée de Kerio, le problème de l'affouragement des animaux est chaque année très sévère en saison sèche, de novembre à avril, sous une pluviosité très variable autour de 500 mm. On a reconnu deux espèces locales, *Diospyros scabra* et *Cordia ovalis*, presque disparues par surexploitation, comme ayant une croissance rapide et une bonne valeur fourragère, non exigeantes pour le sol et pour l'alimentation en eau. On s'est efforcé avec succès de réhabiliter ces espèces, que les habitants connaissent et apprécient. *D. scabra* est pérenne et avec des feuilles persistantes. *C. ovalis* ne perd ses feuilles que lorsqu'arrivent les pluies, en mai, et fournit des fruits comestibles. Avec des méthodes appropriées de travail du sol et de protection, on a réussi à multiplier ces deux espèces (KIPKORIE, 1990).

Considérons ce qui se passe chez une Légumineuse fixatrice d'azote, *Sesbania rostrata*. Elle préfère les sols hydromorphes et elle a une croissance satisfaisante lorsque la période qui suit le semis est pluvieuse; sinon les taux de germination des graines et des levées de plantules sont faibles (VERNIER *et al.*, 1987). Au Cameroun septentrional, sur sol ferrugineux hydromorphe de texture sableuse acide (pH 5,3) à fortement acide (pH 4,4) en surface entre 20 et

40cm de profondeur, mais sans aluminium échangeable, on a obtenu sur 2 semis à des dates différentes 0,420 et 0,325 kg.m⁻² de M.S. des parties aériennes, ce qui correspond à 0,925 et 0,725 kgM.V.m⁻². Ces faibles quantités sont dues à des taux bas de levée (39% et 23%) à cause de la faible pluviosité qui a suivi le semis et à un taux élevé de mortalité à la levée (61% et 77%). Avec un taux de germination de 100%, la production de M.S. aurait dû être de 1,1 et 1,4 kgM.S.m⁻². La production de graines a été de 0,180 et 0,125kg.m⁻². Les premières nodosités sont apparues un mois après la première inoculation: elles étaient bien développées et actives sur le bas des tiges.

Dans une seconde expérience avec inoculation de *Rhizobium* spécifique par pulvérisation 30 jours après le semis, puis 2 semaines plus tard, et sous de meilleures conditions climatiques, la production de biomasse s'est avérée d'environ 50% supérieure et celle de gousses fraîches et de graines d'environ 30%. Les performances peuvent donc varier beaucoup d'une année à l'autre. Comme les taux de mortalité à la levée sont très souvent élevés, un semis à forte densité est recommandé, avec environ 50 graines par mètre carré soit 10kg.ha⁻¹ (que peuvent produire environ 500 plants).

Le rôle des ligneux sur la régularisation de la température du sol est important et joue un rôle favorable à l'installation des plants, comme le montre le tableau 12. A Kindia, en Guinée, sur sol ferrallitique à 20 cm de profondeur, on a noté (AUBERT, 1960) une amplitude thermique dans la journée de 13°6 C. sous le tapis graminéen mais de 1°6 C. seulement sous couvert forestier. A Tianguil Bori (Guinée) et à Kiendi (Côte d'Ivoire), les amplitudes varient dans le même sens (tableau 12). En Casamance, FAUCK (1960) a noté les mêmes humidités sous forêt et sous sol nu à 1,2m de profondeur, mais une humidité bien plus élevée sous forêt en surface; ceci varie avec les saisons et avec le temps passé depuis le défrichement. On avait montré, dès 1933, en Afrique de l'Est que la température du sol était de 50°C. à 54°C. sous sol nu, de 34°C. sous savane et de 25°C. sous forêt. Des résultats semblables ont été trouvés au Congo belge.

Croissance

Il semble bien que la plupart des arbres forestiers, sinon la totalité d'entre eux, vivent en symbiose avec des champignons mycorrhiziens qui assurent l'essentiel de leur nutrition minérale et jouent un rôle probablement très important dans l'alimentation en eau, comme le rappellent LE TACON *et al.* (1989), et aussi dans l'assimilation du phosphore du sol. Dans les écosystèmes forestiers

A Tianguil Bori (Guinée)	8h	11h	14h	
température de l'atmosphère	22°2	28°3	36°	
cuirasse nue	26°8	44°	53°5	
couvert herbacé	24°7	41°5	50°4	
couvert forestier	21°6	22°7	26°9	
A Kiendi, près Boudoukou (Côte d'Ivoire)	8h30	10h30	12h30	14h30
cuirasse nue	29°8	44°3	52°4	43°2
couvert herbacé	27°4	37°4	40°6	36°8
couvert forestier	25°	26°8	28°8	28°2

Tableau 12 - Influence de la végétation sur la température du sol.

Source: AUBERT, 1960, d'après des mesures par L.T. ALEXANDRE, J. D'HOORE, R. MAGNIEN et G. AUBERT

tropicaux naturels, ce sont les endomycorhizes à vésicules et arbuscules qui dominent. Néanmoins, les arbres à ectomycorhizes ne sont pas absents et certaines espèces possèdent à la fois des ectomycorhizes et des endomycorhizes. Le statut mycorhizien des Légumineuses arborescentes est particulièrement important, car elles représentent la majorité des essences d'intérêt économique et parce qu'elles jouent un rôle majeur en agroforesterie.

Chez les Césalpiniciées, on rencontre diverses espèces qui n'ont que des ectomycorhizes (*Azelia*, *Anthomotha*, *Berlinia*), des espèces ayant les deux types de mycorhizes, et des espèces ayant uniquement des endomycorhizes à vésicules et arbuscules.

Chez les Mimosacées d'Australie, comme les acacias à phyllodes ou *Racosperma*, ce sont les ectomycorhizes qui dominent, tandis qu'en Afrique le genre voisin *Acacia* est exclusivement à endomycorhizes. En Afrique comme en Amérique du sud, il semble que les Mimosacées et les Papillonacées soient toutes à endomycorhizes. Sont également à endomycorhizes quelques Légumineuses particulièrement importantes comme les *Dalbergia* et les *Leucaena*. La majorité des Myrtacées, dont le genre *Eucalyptus*, portent les deux types de mycorhizes. Les Casuarinacées sont soit à ectomycorhizes (*Casuarina glauca*), soit à endomycorhizes (*Casuarina equisetifolia*). Les résineux tropicaux sont soit à endomycorhizes, comme les Araucariacées, soit à ectomycorhizes, comme les Pinacées.

En plus des symbioses mycorhiziennes, une partie des arbres forestiers possède un autre type de symbiose: les symbioses fixatrices d'azote. Dans ce cas, la racine est associée soit à des Bactéries filamenteuses (*Frankia*), comme chez les Casuarinacées, soit à des Bactéries du genre *Rhizobium*, comme chez les Légumineuses. Toutes les Légumineuses ne s'associent pas à des Bactéries fixatrices d'azote: les Césalpiniciées ne

nodulent jamais et une partie seulement des Mimosacées et des Papillonacées sont fixatrices d'azote.

Seuls les champignons endomycorhiziens à vésicules et arbuscules semblent pouvoir coexister avec les Bactéries fixatrices d'azote; il y a d'ailleurs synergie entre les deux types d'association. Cette règle ne semble pas valable en Australie ou, par exemple, *Racosperma Mangium* est ectomycorhizien et porte des nodules.

Le TACON *et al.* (l.c.) concluent: "Si les champignons endomycorhiziens à vésicules et arbuscules ne sont pas spécifiques, il n'en est pas de même pour les champignons ectomycorhiziens ou les *Rhizobia*. Une grande attention doit être apportée aux symbiotes ectomycorhiziens ou aux *Rhizobia* et *Frankia* lorsque l'on introduit une espèce d'un continent à l'autre, comme le montrent de nombreux échecs qui sont imputables à des défauts de symbiose".

Des possibilités d'inoculation simple ou double commencent à voir le jour et semblent très prometteuses en particulier pour les genres *Eucalyptus* et *Pinus*. Sur le pin des Caraïbes et sur les eucalyptus hybrides, des résultats très intéressants ont été obtenus avec *Pisolithus tinctorius*, qui permettent un gain de production en volume de 50 % pour le pin et de 30 % pour les eucalyptus (CHEVALIER, G., *et al.*, 1990). Ces possibilités d'inoculation ont commencé d'être étudiées pour le *Faidherbia albida* par A. KABRE de l'Université de Ouagadougou, et par E.G. BONKOUNGOU, à l'IRBET, et leurs collaborateurs.

Signalons ici que des traitements sylvipastoraux appropriés des peuplements forestiers ont souvent un effet bénéfique sur la croissance des arbres et sur leur nutrition minérale en azote et surtout en phosphate. C'est ce qu'ont montré MASSON *et al.* (1990 et 1994) pour les suberaies des Pyrénées orientales (France).

Fixation d'azote

Comparant des sols sous *Faidherbia albida* et des sols découverts dans la région de Zalingei (Soudan), RADWANSKI *et al.* (1967) ont trouvé des pourcentages d'azote total et de carbone organique supérieurs dans les sols sous couvert, des quantités de phosphore de l'ordre de 50% supérieures, mais des quantités de potassium total plus basses en général. Ils ont trouvé beaucoup d'excréments animaux mais peu de nodules sous les arbres et ils ont attiré l'attention sur le fait que la présence d'azote total n'était pas forcément et sûrement un indice de la disponibilité d'azote pour les plantes.

En ce qui concerne les acacias et leurs alliés, il est très important de savoir comment ils réagissent au sol et fixent plus ou moins l'azote. Les Légumineuses ligneuses d'Afrique de l'Ouest fixatrices d'azote ont été ainsi classées:

- ♦ classe 1, nodulant avec *Bradyrhizobium*:
 - *Acacia sieberiana*
 - *Faidherbia albida*
 - *Prosopis africana*
 - *Racosperma holosericeum* (exotique)
- ♦ classe 2, nodulant avec *Rhizobium*:
 - *A. farnesiana*
 - *A. nilotica*
 - *A. tortilis* ssp. *raddiana*
 - *A. Senegal*
 - *Albizia Lebbeck*
 - *Leucaena leucocephala* (exotique)
 - *Prosopis juliflora* (exotique)
 - *Sesbania* sp. pl.
- ♦ classe 3, nodulant avec *Bradyrhizobium* et *Rhizobium*:
 - *A. Seyal*.

ASHWATHAPPA *et al.* (1990) ont expérimenté avec plusieurs espèces australiennes d'acacias (*Racosperma* sp.pl., pour les acacias à phyllodes, anciennement *Acacia* sp. pl.) présentant un intérêt soit parce qu'elles supportaient l'acidité, soit parce qu'elles acceptaient les sols salins, soit pour leur résistance

à la sécheresse. Les essais ont porté essentiellement sur des espèces résistant aux sols acides et ont visé à déterminer si elles devaient être alimentées en azote inorganique ou si la fixation d'azote par des nodules suffisait à leur alimentation. Sur une vingtaine d'espèces étudiées, la croissance a été aussi satisfaisante sur des sols acides amendés avec de la chaux que sur ces sols enrichis par de l'azote inorganique. Mais elles poussaient mal lorsque dépendantes de la fixation d'azote. Ce qui a donné à penser que c'était la capacité de fixer l'azote qui dépendait de l'acidité du sol plutôt que la croissance *per se*.

On a donc essayé d'inoculer ces acacias avec les différentes espèces de *Rhizobium* trouvées dans le sol, mais certains se sont refusés à noduler, comme *Racosperma Shirleyi*. D'autres ont formé peu de nodules qui fixaient peu ou pas d'azote; des plantes inoculées avaient la même croissance que d'autres non-inoculées de la même espèce élevées dans des sols avec de la chaux ou sans chaux, comme *R. aneurum*, *R. harpophyllum*, *R. juliferum*, *R. stenophyllum*. Ceci a conduit à penser que ces acacias ont besoin de *Rhizobium* particuliers pour noduler et pour fixer l'azote. Actuellement, différentes lignées rhizobiennes sont à l'essai en Australie, en France et semble-t-il au Sénégal comme inoculants potentiels. En attendant que des lignées spécifiques appropriées soient trouvées, on utilise de l'azote minéral dans les essais pour éviter de confondre la sensibilité à l'acidité du sol et l'inefficacité des *Rhizobium*. Ceci afin d'évaluer chaque espèce pour son aptitude intrinsèque à supporter la toxicité des sols acides. Néanmoins, étant donné que les arbres dans la nature ont besoin de la fixation microbienne de l'azote, il faudra tester leurs performances symbiotiques dans des sols acides avec des lignées particulières de mycorrhizes.

Le tableau 13 montre les effets de l'origine de l'azote sur la tolérance à l'acidité de 20 espèces d'acacias: sont indiqués les nombres d'espèces montrant des ni-

Classe de tolérance à l'acidité du sol	avec 100 kg N. ha ⁻¹	avec inoculation	contrôle non inoculé
très tolérant	9 espèces	3 espèces	0 espèces
tolérant	6	2	0
peu tolérant	4	8	2
le moins tolérant	1	7	18

Tableau 13 - Effets de l'origine de l'azote sur la tolérance à l'acidité de 20 espèces d'acacias

Source: ASHWATHAPPA *et al.*, 1990

Avec 100 kg N. ha ⁻¹ à la plantation			
	sans chaux	avec chaux	témoin
<i>Racosperma Brassii</i>	3,38	2,38	(1,42)
<i>R. auriculiforme</i>	4,28	4,02	(1,06)
<i>R. plectocarpum</i>	2,54	3,17	(0,80)
<i>R. amplex</i>	2,48	4,72	(0,53)
Avec inoculation rhizobienne			
	sans chaux	avec chaux	témoin
<i>R. Brassii</i>	1,05	1,22	(0,80)
<i>R. auriculiforme</i>	1,96	2,71	(0,72)
<i>R. plectocarpum</i>	1,05	1,64	(0,64)
<i>R. amplex</i>	0,85	3,00	(0,28)
Contrôle sans inoculation			
	sans chaux	avec chaux	témoin
<i>R. Brassii</i>	0,51	1,00	(0,52)
<i>R. auriculiforme</i>	0,96	2,62	(0,37)
<i>R. plectocarpum</i>	0,46	1,25	(0,37)
<i>R. amplex</i>	0,40	2,26	(0,10)

Tableau 14 - Poids (en g) des gousses pour 4 espèces d'acacias en fonction des traitements subis.

Source: ASHWATHAPPA *et al.*, 1990

veaux différents de tolérance à l'acidité. Il apparaît clairement que l'apport d'azote en une seule fois au moment de la plantation est la méthode la plus efficace pour renforcer la résistance des acacias considérés à l'acidité.

Le tableau 14 montre le poids en grammes des pousses pour quatre espèces d'acacias (une pour chacune des classes de tolérance à l'acidité) en fonction des traitements subis. On remarque que l'indice de tolérance à l'acidité n'est pas le même suivant l'origine de l'azote. *Racosperma Brassii* est très tolérant à

l'acidité, comme *R. aneurum*, *R. cincinnatum*, *R. crassicaupum*, *R. Mangium*, *R. polystachyum*, *R. Shirleyi*, et *R. Simsii*. Par ailleurs, sont tolérants: *R. auriculiforme*, *R. harpophyllum*, *R. juliferum*, *R. melanoxyton*, *R. torulosum*, et *R. tumidum*.

Sont peu tolérants: *R. plectocarpum*, *R. maconochieanum*, *R. stenophyllum*, tandis que *R. amplex* est très peu tolérant. (ASHWATHAPPA *et al.*, 1990).

Il y a compétition intraspécifique dans les peuplements. Par exemple, dans les

peuplements broutés d'*Acacia Caven*, les grands individus sont plus distants les uns des autres que les petits. Parce que le modèle de PIELOU ne marchait pas pour déterminer les distances entre individus (corrélations entre le logarithme des sommes des circonférences du tronc et la distance entre les individus), on a développé un modèle où les racines peuvent se chevaucher: les ressources disponibles pour les plantes augmentent suivant la distance du voisin le plus proche (GUTIERREZ *et al.*, 1979). La somme des carrés des rayons des troncs de plantes voisines est corrélée à leur distance. Il ne semble pas y avoir allélopathie entre les individus, ni d'action des herbivores (JANZEN, 1970).

Production

On a établi en forêt de Lamto (Côte d'Ivoire) 8 parcelles expérimentales dans une forêt semi-décidue à *Celtis* sp. pl. et *Triplochiton scleroxylon* ou des variantes édaphiques; ces parcelles sont destinées à l'étude de la litière et de sa formation. On trouve un dépôt de 5t.ha⁻¹.an⁻¹ sur le plateau et de 7,6t.ha⁻¹.an⁻¹ sur sol humide, mais de seulement 4,2t.ha⁻¹.an⁻¹ dans la forêt âgée. La litière totale est comprise entre 5,1 et 8,1t.ha⁻¹.an⁻¹. En milieu pratiquement non touché par l'Homme, la litière totale en place varie entre 9,3 et 14,8t.ha⁻¹.an⁻¹ selon les stations et les dates de prélèvement. Les parcelles diffèrent par phénologie de la défoliation, de la forêt riveraine vers une forêt davantage semi-décidue. Un rythme est propre à chaque espèce: des espèces perdent massivement leurs feuilles pendant la saison sèche, comme *Chlorophora excelsa*, les dominants et les émergents; d'autres les perdent de façon plus ou moins sempervirente, comme les ligneux du sous-bois tels que *Cynometra megalophylla*, *Dryopetes parvifolia*, *Trichilia procurrens*, *Lecaniodiscus cupanioides* et les grands arbres des rives. L'assèchement poussé du sol peut amener la chute précoce des feuilles, notamment chez *Ricinodendron Heudelotii*, puis *Celtis Zenkeri*, puis *Triplochiton scleroxylon*. Pour la

forêt semi-décidue de transition avec la forêt sempervirente, près de Kade au Ghana, avec 1630 mm de pluviosité, on a trouvé 7,4t.feuilles.ha⁻¹.an⁻¹ et 9,66t de litière totale (avec un poids au sol de 13t.ha⁻¹). (NYE, 1961; JOHN, 1971)

La défoliation est de plus en plus affirmée quand on s'éloigne de l'Equateur et que la saison sèche est plus marquée. La défoliation peut s'interpréter comme une réduction de la surface des feuilles pour réduire les pertes en eau (F.A.O. *et al.*, 1987); ainsi *Gilletiodendron glandulosum* des gorges du Massif de Kita au Mali reste sempervirent mais perd une partie de son feuillage en saison sèche (OPPENHEIMER, 1960).

L'assimilation chlorophyllienne est réduite de moitié chez *Ambrosia deltoidea* lorsque la plante pousse à l'ombre et la plante forme alors des feuilles plus grandes, par exemple de janvier à mars dans le Désert du Sonoran. Chez *Larrea tridentata* les feuilles changent un peu de taille et ont tendance à une surface foliaire plus petite, mais le nombre de ramifications des branches diminue, les tiges ont un poids spécifique plus bas, et les internodes s'accroissent. Les auteurs en concluent que si l'on couvrait le désert de grands capteurs solaires, cette dernière espèce pourrait disparaître parce qu'elle a besoin du plein soleil, tandis qu'*A. deltoidea* qui affectionne l'ombre pourrait s'étendre. A l'ombre, les éphémères sont moins nombreuses car beaucoup d'entre elles n'ont leur intensité photosynthétique maximale qu'en pleine lumière.

Le contrôle du développement implique le contrôle du nombre des animaux mais aussi le choix de la composition du troupeau en fonction des saisons. Une bonne connaissance est nécessaire à la fois de la physiologie des plantes et des préférences des animaux. Dans certains cas, l'élagage des buissons peut être souhaitable pour encourager une nouvelle croissance, ou le brout contrôlé par des chèvres, des dromadaires, ou même des lamas, comme on essaye en France mé-

diterranéenne. On peut aussi vouloir ramener le brout à une hauteur inférieure à 1,5m où il peut être atteint par les moutons. Il peut être nécessaire d'éclaircir pour faciliter l'accès des moutons ou pour éliminer des espèces indésirables. Un *Balanites aegyptiaca* de 5 à 6 ans produit de 1,5 à 2 kg de fruits par an, qui se vendaient mûrs environ 250 Francs C.F.A. vers 1985 (F.A.O. *et al.*, 1987). Un *Zizyphus mauritiana* du même âge produit de 1 à 1,5 kg de fruits par an, qui valaient le même prix en 1985. La production fourragère en U.F.kg⁻¹ est de à 0,7 environ pour l'*Acacia tortilis* subsp. *raddiana*, qui produit vers l'âge de 5 à 7 ans par arbre: environ 4 kg de fruits; on a la même production de 0,7 U.F.kg⁻¹ pour l'*A. Senegal* qui produit au même âge 3 ou 3,5 kg de fruits par an, comme le *B. aegyptiaca* et le *Z. mauritiana* alors que le *Salvadora persica* en produit environ 4 kg. Comme à cet âge on compte de 2190 (*Zizyphus*) à 2970 (*Balanites*) tiges.ha⁻¹, cela représente une production théorique de l'ordre de 4600 à 6200 U.F.ha⁻¹ qui sont disponibles au moment de la "soudure" (F.A.O. *et al.*, 1987).

Reproduction

Les potentialités de régénération des végétaux ligneux sont grandes, même dans les zones sèches. Mais ils sont souvent peu nombreux et en mauvais état en raison de la surexploitation, notamment pour le bois de feu et pour le fourrage. La simple mise en défens pendant quelques années permet d'observer un processus de reconstitution du couvert végétal ligneux par régénération naturelle des espèces concernées. Ainsi, en comparant des parcelles mises en défens pendant 3 ans avec des parcelles témoin dans une association à *Aristida pallida* et *Cenchrus biflorus* dans le Centre nord du Kordofan (Soudan), assiste-t-on à un envahissement des parcelles par de jeunes plants ligneux comme *Acacia Senegal*, *A. tortilis tortilis*, *A. tortilis raddiana*, *Capparis decidua* (BAUMER, 1968). Cet envahissement rapide et inattendu (car les arbres fournisseurs éventuels de graines sont rares et éloignés)

DES ARBRES, ARBUSTES ET ARBRISSEAUX

par des végétaux ligneux est l'une des raisons qui font que les éleveurs mettent à feu les terres à pâturage, aussi longtemps qu'ils n'ont pas compris qu'ils ont la possibilité de gérer eux-mêmes cette croissance ligneuse et d'en tirer profit pour le bien-être de leurs animaux.

Des résultats comparables, exprimés par le tableau 15 ont été trouvés au Sine-Saloum sénégalais (ALBERGEL, et al., 1989). Sur un sol peu profond, cuirassé à gravillons dès la surface, à l'est de Nioro, au lieu dit "Sommet de Sé Thyssé Kaymor, Keur Dianko", des parcelles de 0,5 ha ont été mises en défens et comparées à des parcelles témoin. Bien que les débits solides aient atteint des concentrations maximales dépassant 10 g.l⁻¹ pour des crues importantes (et atteignent 26 g.l⁻¹ le 13 juillet 1988), correspondant à des pertes en terre voisines de 1 t. ha⁻¹.an⁻¹, la végétation ligneuse se développe rapidement comme l'indique le tableau 15.

La végétation est au départ de l'expérience une pseudo-steppe dégradée où sont présentes environ la moitié des espèces qui seront identifiées après cinq années de mise en défens.

GASSAMA (1989) a mis au point une technique de micropropagation *in vitro* d'arbres adultes de *Faidherbia albida* à partir de noeuds prélevés sur les dragons. A la suite d'une désinfection dans une solution de chlorure de mercure, la régénération s'effectue au bout de quelques semaines de culture sur un milieu Murashige et Skoog modifié; elle aboutit à la formation de plants entiers racinés. La méthode est comparable à celles qui permettent d'obtenir en France à Montpellier des bananiers et à Porquerolles des palmiers-dattiers, sélectionnés pour leur bonne croissance, leur productivité élevée et leur résistance aux maladies. Il est possible d'augmenter le coefficient de multiplication en stimulant la formation de nombreux bourgeons axillaires grâce à des trempages dans la cytokinine. Après inoculation de

Espèces	Parcelle de 0,5 ha protégée		Parcelle témoin non protégée	
	Jeunes plants issus de graines	Rejets de souches	Jeunes plants issus de graines	Rejets de souches
<i>Combretum glutinosum</i>	63	-	20	47
<i>Combretum nigricans</i>	211	-	10	101
<i>Combretum micranthum</i>	111	-	40	42
<i>Feretia apodanthera</i>	196	-	-	45
<i>Acacia macrostachya</i>	25	-	-	7
<i>Opilia celidifolia</i>	46	-	-	-
<i>Diospyros ferrea</i>	174	-	-	-
<i>Grewia villosa</i>	66	-	-	14
<i>Lansea acida</i>	3	-	3	-
<i>Sterculia setigera</i>	1	-	-	-
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	1	-	-	-
<i>Sclerocarya Birroea</i>	6	-	-	-
<i>Cordyla pinnata</i>	1	-	-	-
<i>Albizia Chevalieri</i>	13	-	-	-
<i>Cassia sieberiana</i>	1	-	-	-
<i>Lagenaria siceraria</i>	-	-	2	-
<i>Bombax costatum</i>	17	-	-	-
<i>Dichrostachys cinerea</i>	7	-	4	-
<i>Detarium microcarpum</i>	4	-	-	-
<i>Lansea velutina</i>	1	-	3	-
<i>Gardenia ternifolia</i>	1	-	-	-
<i>Commiphora africana</i>	13	-	-	-
<i>Diospyros mespiliformis</i>	-	-	-	2
<i>Heeria insignis</i>	3	-	-	2
<i>Ptilostigma reticulata</i>	8	-	-	6
<i>Securinega virosa</i>	5	-	-	2

Tableau 15 - Régénération des ligneux après deux années de protection au Sine-Saloum dans la zone d'inondation temporaire par le fleuve Sénégal.

Source: ALBERGEL, et al., 1989

Rhizobium in vitro à partir de vitroplants enracinés, les nodules fixateurs d'azote apparaissent au bout de quatre semaines. Il se pourrait bien que l'on soit amené à découvrir des génotypes de *F. albida* qui réagissent différemment à une même inoculation combinée de Bactéries et de Champignons endomycorrhiziens, avec pour conséquence possible, des pouvoirs de fixer l'azote atmosphérique très supérieurs au *Faidherbia albida*, le kadd, actuellement utilisé. D.O. LADIPO, du "West African Hardwood Improvement Project" fait un travail comparable sur *Balanites aegyptiaca*.

Des effets allélopathiques ont été signalés avec le caféier et le théier en Extrême-Orient (AUDUS, 1972). Notamment, des plantes de couverture uti-

lisées pour réduire l'érosion ou la dégradation de la structure du sol peuvent avoir un effet négatif sur la croissance des jeunes plants en émettant des substances racinaires toxiques. *Amaranthus spinosus*, les fourragères *Cynodon Dactylon* et *Paspalum conjugatum*, la *Passiflora foetida*, sont parmi les plantes les plus soupçonnées d'avoir une telle action.

En Amérique centrale, les jeunes plants de *Cordia alliodora*, arbre fixateur d'azote très utilisé dans l'amélioration des pâturages, lorsqu'ils sont associés à la Graminée *Melinis minutiflora*, se développent beaucoup moins bien. Ce serait dû en partie (MARINERO MORENO, 1962) à des toxines produites à la fois dans les racines et dans les feuilles.

Dans les savanes africaines, DOMMERGUES *et al.* (1979) ont montré que certaines Graminées inhibaient la croissance des eucalyptus. Cette inhibition pourrait être due à l'action d'allélochimiques ou à d'autres mécanismes, comme l'a suggéré MOORE (1975), qui avance que, dans les savanes à *Hyparrhenia*, la forte acidité du sol pourrait être la raison de la mauvaise croissance de certains ligneux, ou l'immobilisation des ions ammonium par le tissu racinaire, privant ainsi de substrat les agents nitrifiants, ou encore, lorsque de fortes concentrations d'ammonium sont présentes, le faible niveau des phosphates, auquel les oxydants des nitrites sont sensibles.

Mais c'est surtout dans les régions tempérées que les phénomènes allélopathiques ont été étudiés. Ainsi, ROBINSON (1972) a mis en évidence le mécanisme par lequel la callune empêche le bouleau et l'épicéa de former des associations mycorhiziennes, empêchant ces espèces de se développer. Lorsqu'il n'y a pas de pâturage trop intense de la callune, la colonisation par le bouleau devient possible. Il en est de même lorsque la callune devient âgée, parce qu'est réduite alors la production de la fongitoxine qui détruit les mycorhizes qui sont normalement associées au bouleau et à l'épicéa.

Dans une étude d'environ 30 plantes herbacées ayant une activité allélopathique probable dans les pâturages néo-zélandais, WARDLE (1987) a mentionné notamment l'effet inhibiteur de la litière de *Phleum pratense* sur la croissance du robinier, *Robinia pseudo-acacia*. De ses analyses, il ressort que certaines plantes sont plus sensibles que d'autres aux phénomènes allélopathiques. Ainsi, soumis à 21 extraits de tissus de rameaux ou de racines de plantes toxiques, le dactyle pelotonné *Dactylis glomerata* n'est inhibé par aucun tandis que le *Trifolium repens*, le trèfle rampant, se montre sensible à 12 extraits (surtout de rameaux) et *Trifolium pratense*, le trèfle des prés, à 13 (surtout de racines).

En Ontario, la germination et la croissance de l'érable à sucre *Acer saccharatum* sont inhibées par les lessivats d'éléments du tapis herbacé pâturé, comme ceux de l'aster en ombelle *Aster umbellatus* et de la verge d'or *Solidago rugosa* (HISCHER *et al.*, 1978), tandis que les lessivats qu'on a laissé putréfier pendant 30 jours d'*Ambrosia* sp. pl., d'*Eriogon* sp. pl. et de *Hieracium pilosella* et autres espèces gênent la germination mais pas la croissance. Ceci permet de faire l'hypothèse que pour certaines espèces c'est le phénomène de putréfaction lui-même ou l'activité microbienne qui lui est liée qui provoque l'émission d'allélochimiques.

L'effet de lessivats de feuilles n'est pas toujours négatif. Ils peuvent quelquefois améliorer la croissance de certaines espèces. Ainsi, la vigoureuse croissance de certaines Graminées, comme la fourragère *Bromus rigidus* sous le chêne bleu *Quercus Douglasii*, est due en partie à la litière et en partie à des éléments nutritifs apportés par le lessivage des feuilles de l'arbre.

L'absence fréquente de végétation sous les eucalyptus, qui fait que cette espèce est peu appréciée des éleveurs, semble due pour une large part à la présence d'allélochimiques. Par exemple, les feuilles tombées au sol d'*Eucalyptus camaldulensis* émettent des terpènes, qui, surtout lorsque le sol est sec, empêchent l'activité microbienne (DEI MORAI *et al.*, 1970). Parmi les terpènes pro-

duits, se trouvent le cinéol, qui inhibe la respiration mitochondriale et la division cellulaire, le pinène, et le phellandrène. L'action inhibitrice des terpènes est réduite lorsque le sol est très humide, comme on peut voir par exemple dans les plantations le long des canaux d'irrigation. Le type de sol agit aussi sur le niveau de toxicité de ces allélochimiques.

L'action négative des allélochimiques sur la croissance de tous les végétaux ou de certains d'entre eux peut quelquefois être attribuée à un ralentissement de la nitrification par suite d'intoxication de *Nitrosomas* ou de *Nitrobacter*. LODHI *et al.* (1980) ont mis ce phénomène en évidence avec des extraits d'aiguilles et d'écorces de *Pinus ponderosa*.

♦ Il peut se faire que l'installation de ligneux soit entravée par la présence de corps chimiques: ces corps peuvent être sécrétés par des plantes et on se trouve alors devant des phénomènes d'allélopathie, comme on en découvre de plus en plus, ou déposés sous forme de poussière sur les feuilles et ensuite lessivés par la pluie et incorporés au sol. Il semble que ce soit en Allemagne, vers 1880, qu'on ait pour la première fois émis l'hypothèse que les lessivats de feuilles du houpier pouvaient influencer la croissance de plantes situées en dessous. On avait remarqué que les mêmes herbes poussaient mieux sous l'érable, le hêtre et le tilleul que sous le bouleau, le saule et le peuplier.

Assimilation chlorophyllienne

L'atriplex à quatre ailes, *Atriplex canescens*, a une assimilation en C₄. Les plantes qui ont cette voie photosynthétique semblent bien constituer un groupe avancé capable d'une activité photosynthétique prolongée et basse dans des conditions de température élevée et de basse humidité du sol, comme l'ont montré CALDWELL *et al.* (1977). De même *A. confertifolia* peut maintenir de hauts niveaux de photosynthèse avec des températures basses et une humidité du sol très élevée.

(TIEDEMANN *et al.*, 1987)

- Patrick ROBINSON (1985) cite les exemples suivants:
- le pin de Banks, dans le Michigan septentrional, est inhibé par deux espèces de pruniers, mais il est stimulé par le cornouiller du Canada (BROWN, 1967).
 - dans le nord de l'Arizona, la fétuque qui porte le nom de cet état et *Muhlenbergia montana*, secrètent des toxines qui empêchent la régénération de *Pinus ponderosa* (RIEVELE, 1975),
 - la Graminée *Deschampsia flexuosa* contient un inhibiteur de la croissance des racines des jeunes plants de bouleau verruqueux et de chêne sessile *Quercus petraea* (JARVIS, 1964),
 - l'*Aster umbellatus* déjà signalé plus haut (FISHER *et al.*, 1978) comme inhibant la germination et la croissance de l'érable à sucre, et *Solidago rugosa* empêchent la croissance des racines de *Pinus serotina* par l'émission de composés phénoliques qui ne disparaissent que deux ans après l'arrachage de ces herbes.

Les effets toxiques des pluvio-lessivats du sapin sur ses propres semis sont un exemple d'allélopathie, ainsi que les propriétés négatives des eaux gravitaires du mull acide dans les stations non acidophiles à régénération déficiente. On avait observé depuis longtemps qu'il existait une alternance dans les générations de sapin et de hêtre ou de sapin et d'épicéa (ROUSSEL, 1956), en particulier, en ce qui concerne la France, dans les Vosges et le Jura (FRANCOIS, 1942; LACHAUSSE, 1947). Il se pourrait que la cause essentielle en soit un phénomène d'auto-intoxication (BECKER *et al.*, 1984, 1985). Comme l'écrit DRAPIER (1985): "Cette alternance, qui peut se faire pied à pied ou par bouquets, semble être un phénomène naturel dans la forêt climacique (ou proche du climax), qui est dans les Vosges moyennes une hêtre-sapinière. Le retour progressif à un meilleur mélange du hêtre avec le sapin pourrait donc, à terme, constituer une alternative au reboisement artificiel systématique en douglas ou en épicéa".

Sur sol sableux dégradé pauvre en phosphore et peu riche en azote, BADI *et al.* (1989) ont étudié la croissance d'*Acacia laeta* avec et sans inoculation de *Rhizobium* (souche ORS 1 1 007) ou de *Glomus mossae*, et avec double inoculation rhizobienne et endomycorhizienne. Celle-ci a une action très significative sur tous les paramètres considérés: les dimensions de la plante sont augmentées de 30 à 60 %, la biomasse est augmentée de 75 à 130 %, la biomasse des nodosités de 176 % et leur nombre de 305 %. L'endomycorhization semble permettre à la symbiose rhizobienne de mieux s'exprimer. L'inoculation rhizobienne seule et l'inoculation endomycorhizienne seule montrent des résultats intermédiaires, non significativement différents entre eux.

Ces résultats très encourageants du Laboratoire de microbiologie des sols de Dakar laissent espérer, étant donné le coût assez bas des souches microbiennes, que les applications de la méthode pourraient être largement répandues dans un avenir proche.

En zone méditerranéenne française, la production automnale de luzerne est fortement liée à celle des végétaux ligneux, qui ont peut-être pu jouer un rôle d'abri durant l'été. Ces végétaux ligneux, notamment la sarriette et le doryc, peuvent présenter un intérêt fourrager lorsqu'ils sont consommés jeunes, mais on peut craindre qu'ils ne deviennent trop envahissants: dans les cas où le sol a été couvert de 187 g.m⁻² d'un paillis de genêt scorpioïde, qui permet d'accroître de 2 fois et demi la production automnale des herbacées, la production des ligneux est réduite de 37,5 g M.S.m⁻² à 21 g M.S.m⁻² et le risque d'envahissement par les ligneux n'est plus à redouter.

Après une défoliation, il se produit une modification de l'équilibre hormonal qui stimule une nouvelle croissance par re-allocation des réserves, qui sont transportées vers d'autres parties de la plante. Pour prédire la réponse à la dé-

foliation, il faudrait connaître le temps absolu et le temps relatif dont a besoin la plante pour retrouver cet état d'équilibre hormonal qui précédait la coupe (TEAGUE, 1985). On a montré que l'*Acacia horrida* répondait bien à une défoliation; la production totale de feuilles en trois à six mois par des individus artificiellement défoliés d'une manière faible ou modérée atteint deux ou trois fois celle d'individus témoins (TEAGUE, 1984). Par ailleurs, cette espèce est activée par la défoliation de manière telle que des défoliations successives peuvent avoir un effet cumulatif; ainsi des individus défoliés à 25 % toutes les deux semaines ont accumulé davantage de jeunes feuilles que les témoins. Il en est de même avec une fréquence de deux mois et un taux de défoliation de 75%. Il y a aussi un taux de défoliation en dessous duquel l'*A. horrida* n'est pas activé. Que l'activation soit réduite après 3 mois est suggéré par le fait qu'à la fréquence de 3 mois avec un degré de défoliation de 75%, il ne produise pas plus de feuilles que dans le second témoin. Avec une fréquence de deux semaines ou d'un mois, et un taux de défoliation de 75%, la production de feuilles se fait à un taux voisin de celui des témoins correspondants: ce qui suggère que les plantes, bien qu'ayant été activées, ont une production affaiblie à cause de la fréquence des défoliations, par comparaison avec la production au même taux de défoliation mais à des intervalles de temps plus longs. On remarque que l'accumulation de feuilles des défoliations à 75% toutes les 2 semaines est la même que celles des défoliations au même niveau d'intensité mais pratiquées tous les mois ou tous les 3 mois: cependant, un tel traitement doit épuiser les réserves. Pour prédire la réponse à des régimes de défoliation différents, il faudrait savoir combien de la production des feuilles est réelle et combien est en fait redistribution de réserves à l'intérieur de la plante, et aussi combien de temps est nécessaire pour que se reconstituent ces réserves redistribuées.

La mortalité des arbres peut être due à la présence des éléphants dans les régions où ils survivent en assez grand nombre, soit qu'ils surconsument certaines espèces et finissent par les éliminer, soit qu'ils les fassent disparaître par des écorçages répétés comme nous l'avons vu en Ouganda en 1969: ceci arrive spécialement en saison sèche avec certaines espèces, comme l'*Acacia nigrescens*, dont la sous-écorce est riche en eau et attire les éléphants.

Feu

Le feu est difficile à défendre sur le plan écologique. Mais à long terme, il est le garant de la limitation de la végétation ligneuse (forêt sèche *sensu lato*) au profit de la végétation herbacée, et donc au profit des animaux, domestiques ou sauvages. A court terme, il appauvrit le tapis herbacé, spécialement en Graminées annuelles; ceci est indiqué par exemple dans les travaux (rappelés par SAN JOSE *et al.*, 1989) faits dans les savanes arborées et arbrissellées à *Trachypogon* des llanos de l'Orénoque, qui montrent que le taux moyen de protéines brutes dans les Graminées est, sur les six mois de mai à novembre, de 6,3 dans la savane protégée des feux et de 3,65 dans la savane qui a été incendiée. Souvent aussi, le feu réduit la production totale des Graminées pérennes, bien que son passage provoque en général un regain vert, qui n'augmente pas la production consommable totale, mais la rend plus accessible aux animaux que lorsqu'il y a de l'herbe sèche, et dont les qualités nutritionnelles sont toujours supérieures à celles de l'herbe sèche. Pour que le feu se propage, il convient que la biomasse totale soit supérieure à $1t.ha^{-1}$ et qu'elle soit répartie de façon homogène (KRUL *et al.*, 1982). Les effets des feux sur l'écologie des savanes ont été décrits par de nombreux auteurs. Comme le rappellent KRUL *et al.* (*l.c.*): "Les feux ont des effets positifs sur la productivité et la composition floristique des pâturages du point de vue de l'élevage:

- ♦ ils empêchent la formation de huissons dans les pâturages en tuant les ligneux;
- ♦ ils empêchent la grande accumulation des herbes mortes qui, en cas de feu, risquent de détruire tous les arbres, arbustes et arbrisseaux; par ailleurs une grande accumulation de paille sur le sol diminue fortement les possibilités de germination;
- ♦ ils augmentent la disponibilité des repousses des herbes pérennes et dans certains cas accélèrent leur vitesse de croissance;
- ♦ ils améliorent la disponibilité des minéraux comme le phosphore, le potassium, le magnésium et le calcium qui retournent dans le sol avec les cendres;
- ♦ ils combattent les insectes et micro-organismes qui provoquent souvent des maladies chez les animaux et les plantes.

D'autre part, ces feux ont aussi des effets négatifs, à savoir:

- ♦ une grande perte de matière organique et de quelques éléments, notamment l'azote et le soufre;
- ♦ parfois une destruction non-voulue des arbres et un endommagement des repousses des herbes pérennes;
- ♦ une augmentation de la perte d'eau par l'évaporation causée par l'élimination du couvert des herbes mortes."

Dans les savanes à vétiver du delta intérieur du Niger, BREMAN *et al.* (1984) ont montré que le feu permettait d'obtenir 4 fois plus de Graminées hautement appétibles que l'absence de feu. S'il est certain que l'azote et surtout le soufre et le phosphore disparaissent dans les feux, s'il est vrai que dans une végétation comprenant plus de $4tM.S.ha^{-1}$ la vitesse de repousse en présence de paille sèche est moins grande que la vitesse de la repousse dans des types de végétation plus ouverts, on peut néanmoins essayer là où c'est possible de faucher l'herbe pour en faire du foin ou de l'ensilage plutôt que de la laisser brûler. La possi-

bilité et les avantages du fanage ont été démontrés au Soudan (BAUMER, 1968).

Sur les espèces annuelles, le feu diminue la productivité et modifie la composition floristique en détruisant les semences et en éliminant la paille. Celle-ci crée un milieu plus humide nécessaire à la germination des espèces à germination rapide.

Lorsque des pâturages d'une zone pastorale sont à dominance d'annuelles, le feu est considéré par les éleveurs comme une catastrophe; c'est ainsi qu'il est ressenti par les Peuhl du Boobola, au Burkina Faso, où les Graminées annuelles couvrent 80 % de l'aire pâturée (BENKOTI, 1979). Dans les pâturages à Graminées pluri-annuelles, les feux répétés réduisent la vitalité des touffes et finissent par les tuer une à une, en réduisant le nombre et dévalorisant le pâturage quantitativement et qualitativement. C'est parce que des feux répétés couvrant certaines années 2/3 du terroir pastoral détruisaient les touffes d'*Andropogon gayanus* que les éleveurs de la région de Mazrub, au Kordofan soudanais, ont accepté de construire le réseau de pare-feu que nous leur conseillions de faire, et qui a atteint près de 1500 km de longueur totale (BAUMER, 1968).

Depuis que, dans les régions méditerranéennes françaises, BRAUN-BLANQUET (1936) et KUHNOLTZ-LORDAT (1938) ont étudié les communautés de plantes, on sait qu'elles ont une dynamique qui les fait passer par une succession de stades dans une séquence régressive ou progressive. CLEMENTS au début du siècle aux U.S.A. (1920), puis WATTS en Grande Bretagne vers 1950, et SARUKHAN pour les zones tropicales humides, suivis de HANES (1971), TRABAUD (1970, 1974, 1989) et TRABAUD *et al.* (1981) pour les zones méditerranéennes, ont souligné le rôle du feu dans cette évolution: ils ont montré que les phytocénoses incendiées reprenaient vite un état floristique et une structure semblables à ceux qu'elles avaient avant l'incendie, en raison des modes de

régénération qu'elles utilisent, soit principalement par la survie végétative d'organes, soit par des graines enfouies dans le sol incendié ou provenant de parties non brûlées des mêmes communautés. Des différences mineures de composition floristique peuvent apparaître si les incendies sont fréquents, car les plantes qui ne se reproduisent que par des voies sexuées peuvent soit disparaître, comme, en zone méditerranéenne, le ciste de Montpellier, *Cistus monspeliensis*, ou se raréfier, comme, dans la même zone, la petite sanguisorbe, *Sanguisorba minor*. Par contre, les espèces qui ne se régénèrent que par rejets, comme le chêne kermès, *Quercus coccifera*, ou le brachypode rameux, *Brachypodium ramosum*, gardent après l'incendie la même fréquence dans les relevés phytosociologiques. Quant aux espèces qui se reproduisent à la fois par semences et par rejets, comme *Dorycnium suffruticosum* ou *Arrhenatherum elatior*, leur importance peut augmenter (TRABAUD, 1984). Le long de transects dans la forêt de pin blanc, *Pinus halepensis*, on peut n'avoir que 31% de présence de pin, et, dans la garrigue à romarin, *Rosmarinus officinalis*, que 21%, parce que cette espèce se reproduit exclusivement par graines après l'incendie. Les taux minima sont beaucoup plus élevés pour les plantes qui réagissent à l'incendie en se reproduisant à la fois par rejets et par graines, par exemple: 75% avec le chêne vert, *Quercus ilex*, en boisement dense, et 51% en boisement clair, 70% avec le chêne kermès en garrigue dense, et 62% en garrigue ouverte. Au nord de Montpellier (France), lorsque brûle la forêt de pin d'Alep, sous laquelle se trouve généralement assez d'ombre pour permettre le pâturage des moutons ou des chèvres, elle est quelquefois remplacée par une arbouseraie à *Arbutus Unedo*, beaucoup plus sombre et plus serrée, sous laquelle les Graminées ne poussent pas: le sol perd alors son utilisation pastorale. Le caractère adaptatif de survie au feu le plus fréquent correspond aux rejets à partir des couronnes racinaires. Il est suivi par les rejets de rhizomes, puis par les organes

de reproduction souterrains tels que les bulbes et les tubercules.

L'un des moyens les plus en vogue pour limiter les effets nocifs des feux est de tracer des réseaux de pare-feu dans les unités de végétation particulièrement inflammables, comme celles des régions méditerranéennes et de certaines régions tropicales sèches. Pour entretenir ces pare-feu, et quelquefois pour les tracer, on fait de plus en plus appel à des moutons, à des chèvres, ou à des lamas, qui, en pâturant, en broutant et en piétinant détruisent les aliments d'un incendie potentiel. ETIENNE *et al.* (1984) ont créé et entretenu par le passage d'un troupeau de 150 chèvres un pare-feu de 100 m de large et de 1 km de long dans une garrigue à chêne vert *Quercus ilex* de la région méditerranéenne. La production laitière dépend de la quantité totale de fourrage disponible dans chacun des parcs créés le long du pare-feu; elle baisse en pourcentage de quelques points. La valeur du taux butyreux suit elle aussi la quantité totale disponible de fourrage. Le poids des animaux suit quelquefois une courbe normale, mais la plupart du temps, un complément alimentaire est nécessaire dont la nature et le mode influencent la consommation des ligneux; par ailleurs, l'entretien des pare-feu par la paissance entraîne une abondance d'herbe ingérée qui réduit l'intérêt de l'animal pour le brout (EDEJCERPAM, 1985). En ce qui concerne l'impact sur la végétation, on constate que quelques pieds de genêt scorpion *Genista Scorpius*, de genévrier oxycèdre *Juniperus Oxycedrus* et de rhamnus alatern *Rhamnus alaternus* ont été écorcés plus ou moins sévèrement par les chèvres qui broutent. En ce qui concerne les arbres, seuls quelques drageons de chêne vert *Quercus ilex* ont été consommés, surtout au mois d'avril et au mois d'août. Par contre, un impact mécanique important est causé par le piétinement des animaux à l'encontre du ciste blanchâtre *Cistus albidus* et de *Genista Scorpius*.

Les espèces pérennes qui vivent longtemps et ont une stratégie de conservation du type K (MacARTHUR *et al.*, 1967; PIANKA, 1970) sont plus nombreuses que les espèces qui ont une stratégie de type R pendant la période de reconstitution de la végétation après incendie. Celles-ci ne sont nombreuses que pendant la deuxième et la troisième années après l'incendie, mais elles ne constituent jamais une phytomasse importante (TRABAUD, 1980; TRABAUD *et al.*, 1980). On a comparé ces adaptations à un système cybernétique possédant des réponses homéostatiques en retour en ce qui concerne les changements dus au feu (NAVEH, 1975). L'information provenant de l'évènement "feu" et des effets écologiques qui en découlent serait largement transformée et recodée par des gènes de résistance au feu de plus en plus nombreux, tandis que les gènes induisant une susceptibilité au feu seraient progressivement éliminés. Les réponses en retour positives sont celles qui aident la plante à surmonter les effets du feu par une augmentation de l'activité physiologique. Cette activité se manifeste par une forte production de rejets végétatifs (cas du chêne kermès, du brachypode rameux), ou par un taux de germination élevé induit par le feu (cas du pin d'Alep), ou par une abondante production de fleurs et de graines (cas des cistes et du pin d'Alep). D'autre part, les mécanismes de survie qui permettent à la plante de supporter le feu, soit par tolérance passive directe au feu des organes végétatifs ou des semences, soit par diminution de l'activité physiologique pendant les incendies, peuvent être assimilés à des réponses en retour négatives: le chêne liège, *Quercus Suber*, en est un exemple, avec son écorce non inflammable et isolante.

On distingue alors parmi les pyrophytes (KUHNOITZ-LORDAT, 1958) ou plantes résistant au feu, des pyrophytes actives, qui ont une réponse positive au feu, et des pyrophytes passives, qui ont une réponse négative.

FERRI (1962) a montré chez des espèces du cerrado brésilien combien les caractéristiques des écorces et en particulier leur épaisseur pouvaient avoir d'importance sur la réaction au feu: par exemple, *Erythroxylon suberosum* et *Connarus suberosus* résistent bien aux effets des incendies en raison de leur écorce très épaisse, signalée d'ailleurs dans leur nom latin comme "liégeuse". De son côté, HOPKINS (1962) a mesuré l'épaisseur de l'écorce sur 13 espèces ligneuses de la savane au Nigéria et il a trouvé des épaisseurs variant entre 15,2 mm et 31,6 mm (chez *Cussonia Kirkii*).

Dans d'intéressantes réflexions sur les incendies de forêts, particulièrement en Corse, CERUTTI (1990) distingue deux types de mises à feu intentionnelles; ou bien le territoire mis à feu n'est visé que dans le but d'afficher un désir de vengeance (assez fréquent en milieu méditerranéen) ou de se manifester politiquement (ainsi des feux sur les Hauts Plateaux malgaches, que les habitants allument depuis quelques années pour se rappeler à l'attention du gouvernement, qui, sans cela, semble en effet les oublier); ou bien il doit être périodiquement brûlé pour des raisons d'ordre technique ou économique (il s'agit alors de feux en quelque sorte "structurels", tels que certaines pratiques cynégétiques ou les écoouages pastoraux). Dans le premier cas, au moins en Corse, si l'on réussit à éteindre le feu avant qu'il ne se développe, une seconde mise à feu n'est pas à craindre car le désir de vengeance a été assouvi par la première tentative. Dans le second cas, l'auteur du feu attendra un vent très violent pour procéder à une seconde mise à feu, obligé qu'il est d'arriver à ses fins quels que soient les risques de catastrophe encourus. On peut, de telles observations, déduire des règles utiles pour la lutte contre les feux de forêt. Ceux-ci "constituent un phénomène dans lequel s'entremêlent facteurs naturels et humains, au sein d'un milieu rural qui donne à ce problème toute sa complexité et le fait dépendre, très étroitement, du problème plus général posé

par le développement de ce milieu" (CERUTTI, l.c.).

Le brûlage dirigé est de plus en plus pratiqué, même en zone méditerranéenne, où le risque d'extension des feux est cependant extrêmement grand. On l'utilise notamment pour créer des coupe-feu, pour contribuer à l'entretien des ressources fourragères (notamment dans les régions sèches, pour provoquer un recré de l'herbe), et même pour entretenir certains peuplements forestiers (DUBREUIL, 1990).

La résistance des végétaux ligneux au feu semble dépendre pour une part de leur capacité à faire des réserves d'eau. Mais les mises à feu précoces provoquées ne modifient pas cette capacité, pas plus qu'elles n'affectent la tension du xylème ou le taux de transpiration. A la Station de recherche de Kiboko, au Kenya, on a montré que les réponses au brûlage variaient avec les espèces. La tension du xylème est différente suivant les espèces considérées. *Acacia mellifera* peut atteindre des tensions négatives fortes (5,2 MPa), tandis que *Commiphora riparia* ne descend pas en dessous de 1,3 MPa. *A. mellifera* a aussi les transpirations les plus fortes aussi bien en saison sèche qu'en saison des pluies. La forme du système racinaire explique ces variations, qui varient avec les espèces. Ainsi, dans un cube de 1,5 m de côté axé sur le tronc du ligneux, on trouve 221,3 g de racines pour *A. melli-*

fera contre 317 g pour *C. riparia*, mais 82 % de ces dernières se trouvent dans un horizon de 30 cm de profondeur, alors que les racines d'*A. mellifera* pénètrent en profondeur bien au-delà de 150 cm. Les changements saisonniers dans la tension du xylème sont dominés par les variations saisonnières des relations hydriques des sols. *C. riparia*, qui a un système racinaire peu profond et très étendu, absorbe de très grandes quantités d'eau pendant la saison des pluies et maintient ses feuilles vertes et succulentes même pendant les périodes sèches, perdant cependant des feuilles quand la sécheresse s'accroît et réduisant alors ses surfaces évaporatrices. *A. mellifera* absorbe l'eau par ses racines latérales et par ses racines profondes, et a de toutes petites feuilles qui perdent peu d'eau dans l'atmosphère. Lorsque le brûlage prescrit induit les rejets d'espèces considérées à Kiboko comme indésirables, il convient de répéter les feux pour venir à bout de ces espèces comme *A. mellifera* et *C. riparia*. Mais il ne faut pas perdre de vue que dans d'autres environnements, où jouent les mêmes phénomènes, les mêmes espèces ligneuses peuvent être considérées comme utiles; ainsi, par exemple, dans les environs de Mazrub, au Kordofan (Soudan), où les animaux d'élevage sont surtout des dromadaires et des chèvres.

Dans une étude sur les effets du feu, du pâturage et du broutage sur la dynamique de la végétation au Parc du

1968 - 1969 :	21 773 t	1977 - 1978 :	32 200	1986 - 1987 :	25 268
1969 - 1970 :	35 063	1978 - 1979 :	26 287	1987 - 1988 :	20 000
1970 - 1971 :	38 816	1979 - 1980 :	20 699	1988 - 1989 :	24 256
1971 - 1972 :	31 468	1980 - 1981 :	24 367	1989 - 1990 :	22 408
1972 - 1973 :	25 940	1981 - 1982 :	31 984	1990 - 1991 :	11 466
1973 - 1974 :	23 464	1982 - 1983 :	22 555	1991 - 1992 :	7 152
1974 - 1975 :	46 500	1983 - 1984 :	34 000	1992 - 1993 :	9 955
1975 - 1976 :	43 000	1984 - 1985 :	11 313	1993 - 1994 :	22 409
1976 - 1977 :	32 141	1985 - 1986 :	18 047		

Tableau 16 - Variation de la production de gomme arabique au Soudan.

N.B. Ces chiffres ne concernent que la gomme "has hab", ou d'*Acacia Senegal*; ceux de la gomme "talha", ou d'*Acacia Seyal*, ont varié pendant la même période entre 130 t (en 1978) et 11049 t (en 1994).

Sources : Gum Arabic Co. Ltd

Serengeti (Tanzanie), NORTON-GRIFFITHS (1979) a montré que des herbivores peuvent protéger indirectement de jeunes sujets ligneux en consommant l'herbe qui alimente le feu, favorisant ainsi la régénération des ligneux.

De nombreuses études récentes ont montré que des traitements sylvipastoraux adéquats pouvaient avoir un rôle important contre les incendies; c'est ce qu'ont montré MASSON *et al.*, (1994) dans la suberaie des Pyrénées orientales.

Sécheresse

Un exemple des conséquences de la sécheresse sur la physiologie des végétaux ligneux est donné par la variation de la

production de gomme arabique provenant de l'*Acacia Senegal* au Soudan, qu'illustre le tableau 16. Dans la même période 1969-1994, les achats de gomme d'*Acacia Senegal* par la Compagnie soudanaise des gommes, variaient entre 130 et 11049 t.an⁻¹.

La production, très irrégulière, a commencé à décliner aussitôt après les années de fortes pluies qui ont précédé la sécheresse des années 1970.

Dans un climat sec, comme celui de Kanpur, en Uttar Pradesh (Inde), la consommation d'eau est directement liée à la production de biomasse (CHATUVERDI *et al.*, 1988). La mesure de la

consommation d'eau de jeunes plants a été faite en lysimètre sur dix espèces. Les résultats sont donnés dans les tableaux 17 et 18.

Les espèces qui consomment le plus d'eau sont en général celles qui produisent le plus de biomasse par unité de volume d'eau consommée; ainsi, l'eucalyptus a-t-il le meilleur rendement. Par contre, *Pongamia pinnata* consomme moins d'eau que les autres espèces mais produit aussi moins de biomasse par unité de volume d'eau consommée. Comme la densité du bois des différentes espèces n'est pas la même, le classement de dix espèces en fonction de la quantité d'eau absorbée n'est pas le même si l'on tient compte du volume au lieu de la masse; ainsi, en volume, *Syzigium Cumini* et *Azadirachta indica* se comparent favorablement avec l'eucalyptus hybride de l'expérience.

Les grands périmètres irrigués exigent pour leur survie des investissements considérables. Au Pakistan, les aménagements de l'Indus ont permis d'irriguer des dizaines de milliers d'hectares, mais ces terres deviennent de plus en plus salines malgré les réseaux de drains qui avaient été installés, et la structure des sols se dégrade, obligeant à utiliser des tracteurs de plus en plus puissants et coûteux pour la préparation des terres. Dans bien des terroirs, seuls les tamaris poussent encore, qui supportent de fortes quantités de sel. Des constatations analogues peuvent être faites pour les grands périmètres irrigués sahéliens; ainsi les périmètres de la Société d'expansion et de la modernisation de la riziculture de Yagoua (SEMRY) dans le nord du Cameroun doivent utiliser pour l'irrigation des eaux de plus en plus déséquilibrées vers le pôle sodique à la suite de leur concentration par l'évaporation. La dégradation des sols des périmètres irrigués de l'Office du Niger au Mali préfigure ce qui adviendra inéluctablement d'ici une ou quelques décennies à d'autres périmètres irrigués sahéliens. L'utilisation d'espèces et de variétés ligneuses fourragères halo-

Espèces	Consommation d'eau C (l)	Production de biomasse P (g)	C/P (g.l ⁻¹)
<i>Pongamia pinnata</i>	1358	1040	1,30
<i>Azadirachta indica</i>	1481	1646	0,90
<i>Dalbergia Sisso</i>	3588	4010	0,89
<i>Racosperma auriculiforme</i>	2950	3426	0,86
<i>Pithecellobium dulce</i>	2599	3329	0,78
<i>Acacia nilotica</i>	2971	3904	0,76
<i>Prosopis juliflora</i>	3468	4883	0,71
<i>Syzigium Cumini</i>	2920	4772	0,61
<i>Albizia Lebbeck</i>	2742	4710	0,58
<i>Eucalyptus hybride</i>	5324	10418	0,51

Tableau 17 - Consommation d'eau et production de biomasse pour dix espèces ligneuses en Uttar Pradesh (Inde).

Source: CHATUVERDI *et al.*, 1988

Espèces	Consommation d'eau C (l)	Production en volume P (cm ³)	C/P (cm ³ .l ⁻¹)
<i>Pongamia pinnata</i>	1358	502	2,70
<i>Albizia Lebbeck</i>	2742	2136	1,28
<i>Prosopis juliflora</i>	3468	3038	1,14
<i>Acacia nilotica</i>	2971	2744	1,08
<i>Racosperma auriculiforme</i>	2950	2708	1,09
<i>Pithecellobium dulce</i>	2599	2440	1,07
<i>Dalbergia Sissoo</i>	3588	3644	0,99
<i>Syzigium Cumini</i>	2920	3820	0,76
<i>Azadirachta indica</i>	1481	2003	0,74
<i>Eucalyptus hybride</i>	5324	8062	0,66

Tableau 18 - Consommation potentielle d'eau et production potentielle en volume à la fin de l'année pour dix espèces ligneuses.

Source: CHATUVERDI *et al.*, 1988

philes devrait être tentée pour essayer de rentabiliser encore ces réseaux d'irrigation extrêmement coûteux.

Dans les zones sèches, même les plus arides, les précipitations occultes peuvent jouer un rôle considérable et avoir un impact important sur la répartition des animaux. Ainsi PRICE *et al.* (1988) ont-il montré qu'à Oman, la végétation est essentiellement constituée sur les versants des montagnes qui font face à la mer par quelques 50 000 ha d'*Anogeissus dhofarica*; ceux-ci couvrent les pentes du Jebel Qara, qui montent à 950 m d'altitude, et celles du Jebel Samhan à l'est qui montent jusqu'à 1812 m. La pluviosité s'étage de 60 mm sur la côte à plus de 500 mm au-dessus de 1500 m. Ni les chèvres ni les dromadaires ne peuvent supporter la mousson et ces animaux se retirent pendant cette période dans les zones les plus sèches, caractérisées par des peuplements d'*Euphorbia balsamifera*. Ce mouvement a lieu en septembre, vers les montagnes, quand le brouillard a disparu et que les Graminées ont déjà disséminé leurs graines. En hiver, les animaux redescendent vers les plaines pour se protéger des vents froids du nord, et recevoir un supplément alimentaire... en sardines! Ils consomment en effet les résidus du séchage sur le sable des plages de la sardine *Sardinella longiceps* qui est très abondante d'octobre à janvier. La remontée en altitude se fait avant la mousson, et on supplémente alors les animaux avec du brouet coupé sur les arbres et les arbustes, même sur les arbrisseaux. On constate depuis quelques années une augmentation du nombre des animaux qui semble liée à l'utilisation grandissante de foin en balles, quelquefois acheté à l'étranger (Emirats), mais souvent produit sur place, dans d'anciens enclos de culture où l'on pratique désormais la production de fourrages.

Lorsqu'un air chaud et humide coule sur la mer froide, il se produit un brouillard d'advection. Recueilli en août 1985 à Qairoon Haralli, il s'en est trouvé 35 mm à 4 m de hauteur et 10 mm à 1 m de

hauteur, pour une pluviosité de 1,5 à 1,8 mm. Pendant la mousson, on arrive à récolter plus de 50 l.m⁻² sur des écrans tendus perpendiculairement au vent en une seule journée. *Anogeissus dhofarica* est une plante de brouet importante. Elle forme ses feuilles au début de la mousson et les perd en novembre ou décembre. D'autres espèces fourragères, comme le baobab *Adansonia digitata* et le flamboyant *Delonix elata* suivent le même rythme, mais d'autres encore forment leurs feuilles quand la mousson est terminée, comme le gommier *Acacia Senegal* ou le jujubier *Zizyphus spina-Christi*. En fonction des variations annuelles de la pression de pâturage et des variations de la mousson, on observe de grandes variations dans la composition du tapis herbacé. Ici, le brouillard est radiatif lorsque la terre se refroidit la nuit: la pluviosité est de l'ordre de 140 mm. Dans la plaine rocailleuse de Jiddat el Harasdis, où l'altitude reste inférieure à 150 m...et où l'on trouve dans les puits de l'eau salée vers 150 m de profondeur, les brouillards sont moindres mais ils durent plus longtemps, causant un effet retour de production dans les mois qui ne sont pas les plus chauds. La végétation est bien développée, avec *Acacia tortilis* sur les plaines caillouteuses et les chaînes de relief, *A. ehrenbergiana* et *Prosopis cineraria* sur les accumulations sableuses. Il y a aussi un faible sous-étage de buissons et d'herbes pérennes mais beaucoup plus dense en herbes annuelles lorsque les pluies ont été bonnes. En octobre 1984, le brouillard permettait de capter 3,6 l.m⁻² à 4 m de hauteur mais seulement 0,08 l.m⁻² dès janvier 1985. Mars, avril et mai forment la période la plus brouillardeuse. Sans les brouillards, les conditions d'aridité ne permettraient pas la survie de la végétation ligneuse: celle-ci, en faisant obstacle aux vents, les freine et bénéficie d'une condensation de l'eau sur leur houppier, qui descend au sol le long des troncs. Avec des traceurs fluorescents, on a montré que les semences de *P. cineraria* absorbent des gouttelettes d'eau condensée. Les surfaces foliaires ont une très grande densité de stomates

par lesquels se fait l'opération, probablement suscitée par le haut potentiel osmotique des cellules des folioles. Le traceur apparaît successivement dans les folioles, dans les pétioles des feuilles, dans la tige et dans les racines. Comme l'absorption du traceur n'apparaît que dans l'obscurité et à basses températures, le *P. cineraria* semble bien conditionné pour exploiter les brouillards désertiques nocturnes. Les espèces d'acacias ont aussi des feuilles fortement pennées et ceci apparaît comme une adaptation qu'ils ont en commun à l'absorption de l'eau. Le rôle d'absorption par les racines des précipitations qui tombent du feuillage n'est pas bien connu, mais tant le *P. cineraria* qu'*A. ehrenbergiana* ont à leur pied des accumulations de sable apporté par la déflation qui absorbe les gouttes. Sur le Jidda rocheux, *A. tortilis* n'a que des racines très superficielles avec un réseau dense de racines qui sortent de la surface du sol à l'ombre de son feuillage. Les Bédouins récoltent l'eau des feuilles d'*A. tortilis* sur des bâches ou sur des couvertures qu'ils tordent pour en extraire de l'eau. L'un des objectifs de l'aménagement du territoire est de multiplier les écrans de végétation pour qu'ils arrêtent de plus grandes quantités d'eau. Mais les conditions écologiques difficiles ne donnent que de faibles possibilités pour développer cette méthode.

Comme l'a rappelé l'A.C.C.T.(1985), la lutte contre la sécheresse doit être faite de manière parfaitement intégrée pour être efficace.

Résistance au sel

Les plantes halophytes sont celles qui montrent une accoutumance ou une résistance au sel. Un certain nombre de plantes ligneuses halophytes sont connues comme de bonnes fourragères; ainsi des *Atriplex*, dont *A. nummularia* est la plus connue et la plus étudiée.

Du point de vue de la physiologie, la résistance au sel peut être comparée à la résistance à la sécheresse. ARONSON

(1988) a publié une liste de 120 espèces halophytes qui acceptent l'eau de mer en irrigation, au moins partiellement; parmi ces espèces, beaucoup sont fourragères, comme *Conocarpus erectus*, et *C. lancifolius*, de Somalie, qui donnent aussi du bois de feu, ou *Batis maritima*, très ornementale pour couvrir les sols salés, et qui a une productivité potentielle élevée, même quand alimentée avec de l'eau très salée.

Dans une série d'essais continuée pendant plus de dix ans en Israël, ARONSON *et al.* (1988) ont étudié les réactions à une irrigation faite avec de l'eau de mer de 120 plantes, dont bon nombre de plantes ligneuses. Accoutumées progressivement à une irrigation salée (ECi 56,0 dS.m⁻¹) avec de l'eau de mer, les plantes ont été irriguées ensuite continuellement avec cette eau pendant au moins deux ans et comparées avec d'autres plantes de même origine irriguées avec de l'eau à ECi 5,5 dS.m⁻¹. L'expérience a montré qu'il était possible de produire un certain nombre de plantes, comme des tomates, en les irriguant avec de l'eau de mer; mais les plantes

ainsi produites sont plus salées elles-mêmes et il n'est pas besoin de mettre du sel sur les tomates ainsi produites. Pour les plantes fourragères, leur absorption se fait sans aucun problème par les animaux, mais ceux-ci sont obligés de boire ensuite de grandes quantités d'eau douce ou peu salée.

Les résultats obtenus montrent que l'ordre des Chénopodiales est de loin celui qui comprend le plus grand nombre de plantes susceptibles de tolérer une irrigation salée. Les Aizoacées, avec 7 espèces en 4 genres, les Chénopodiacees, avec 36 espèces en 9 genres, les Portulacacées, avec 1 espèce, les Tétragoniacées, avec également une seule espèce, qui sont toutes des Chénopodiales, ont donné en effet plus du tiers des résultats positifs obtenus. Une Combrétacée, deux Myrtacées, trois Tamaricacées et 5 espèces de Zygophyllacées en deux genres, ont aussi donné des résultats positifs. Ce qui semble confirmer les résultats obtenus par ailleurs sur la corrélation entre la voie photosynthétique en C₄ et le caractère d'halophytisme.

C'est avec les *Atriplex* que les résultats les plus intéressants ont été obtenus dans le domaine des plantes ligneuses fourragères. La production de certaines espèces comme *A. barclayana*, *A. "Camarones"* (espèce non-identifiée récoltée par FORTI dans la région de Camarones, au Chili) et *A. undulata*, n'est pas altérée par l'irrigation avec de l'eau de mer. Des 7 espèces d'*Atriplex* qui ont poussé avec une irrigation à l'eau de mer, *A. barclayana* a été remarquée pour son importante production de biomasse. On a depuis multiplié l'espèce végétativement pour accroître considérablement les essais. *A. lentiformis* a donné aussi une très bonne production de biomasse, comme le montre le tableau 19.

D'autres plantes ligneuses sont susceptibles d'être irriguées avec de l'eau de mer, soit pour donner du bois de feu, comme *Conocarpus erectus*, *C. lancifolius* et divers *Tamarix* sp., soit comme plantes ornementales, comme *Maireana sedifolia*, *Borrichia frutescens*, *Iresine rhizomatosa* et *Batis maritima*.

Espèce d' <i>Atriplex</i>	Niveau de salinité	Poids frais (kg.m ⁻²)	Poids sec (kg.m ⁻²)	Cendres (%)	Fibres (%)	Protéines brutes (%)
<i>A. atacamensis</i>	100	3,75	1,61	23-25	23,2-30,8	9,9-16,5
<i>A. barclayana</i>	100	8,70	2,09	23-28,5	15,5-22,4	11,9-17,9
	15	8,37	2,04	29-35,5	17,2-30,5	10,2-17,4
<i>A. "Camarones"</i>	100	4,39	1,51	29,4-37	19,7-27,6	13,8-19,5
	15	4,39	1,44	19,3-28,5	28,6-39,7	13,1-17,2
<i>A. cinerea</i>	100	3,90	1,46	28,4-33,5	24,1-30,6	12,6-17,7
	15	4,33	1,04	22,7-30,8	31,8-35,3	9,0-13,9
<i>A. lentiformis</i>	100	2,00	2,01	24,0	22,7-27,3	17,6
	15	3,95	2,71	20,5-24,0	27,3	16,6
<i>A. linearis</i>	100	2,44	1,26	10,5-18,1	24,6-39,5	10,2-14,6
<i>A. undulata</i>	100	4,50	1,75	24,5-34,2	24,3-30,9	12,6-17,1
	15	5,17	1,81	20,6-25,1	24,3-35,7	13,1-15,3
<i>A. nummularia</i>	100	5,40	1,53	37,0	18,0	17,0
	15	16,80	2,89	27,0	25,0	18,0

Tableau 19 - Production annuelle pour 1984 et valeur fourragère de sept espèces d'*Atriplex* introduites en Israël sous irrigation avec de l'eau de mer à 100% et à 15%.

N.B. Les poids secs et poids frais sont les sommes de 3 à 5 récoltes faites sur des placeaux permanents de 1 m² marqués au milieu de placettes d'introduction de 12 m².

Source: ARONSON *et al.*, 1986

Action sur le sol

L'enrichissement du sol autour d'arbres de savanes néotropicales peut atteindre des niveaux de calcium, de magnésium, de potassium, de sodium, de phosphore libre et d'azote total comparables à ceux des sols de forêts humides, comme l'a montré KELLMAN (1979) dans la Chaîne des pins, au Belize, avec cinq des ligneux à feuilles caduques les plus courants dans cette région: les arbres *Byrsonima crassifolia*, *Clethra hondurensis*, *Quercus Schippii* et *Q. oleoides*, et l'arbrisseau *Miconia albicans*.

En particulier, *Clethra hondurensis* et *Byrsonima crassifolia* ont un effet spectaculaire sur le calcium et le magnésium. A l'origine, on faisait l'hypothèse que l'enrichissement était dû à un transfert en surface d'éléments profonds ramenés par les racines. Mais on s'est aperçu que seuls les pins locaux, *Pinus caribaea* et *P. oocarpa*, avaient des racines pivotantes et profondes, alors que le sol en dessous d'eux ne présentait pas de différences avec le sol de savane, tandis que les feuillus n'enfonçaient guère leurs racines à plus de 30 cm. On en a déduit que les éléments minéraux concentrés devaient provenir de la capture des précipitations. Celle-ci pourrait se faire par une augmentation de la capacité d'échange des cations dans le sol sous les arbres (NYE *et al.*, 1960), ou par une augmentation de la capacité des sols à retenir l'humidité, mais les contenus en matière organique semblent trop faibles à KELLMAN (*l.c.*) pour l'un ou l'autre de ces mécanismes. Aussi suggère-t-il d'attribuer la capture préférentielle d'éléments nutritifs par les arbres de savane à leur capacité d'établir graduellement un cycle élargi d'éléments nutritifs entre plante, litière et sol. Bien que poussant lentement, les arbres de savane pourraient arriver à produire une biomasse bien supérieure à celle des autres plantes de savane. Comme le poids de la litière et celui de l'herbe augmentent sous chaque arbre, et comme le contenu des feuilles en éléments nutritifs est élevé

(KELLMAN, 1976), une accumulation appréciable peut s'y produire. L'accumulation de cendres autour des arbres après un incendie l'illustre nettement. Il se peut aussi que des associations mycorhiziennes facilitent une réabsorption des éléments nutritifs. Avec assez de temps, ces accumulations biologiques de minéraux nutritifs ne peuvent aboutir qu'à un enrichissement autour des arbres. Les résultats obtenus suggèrent que les pluies procurent beaucoup d'éléments nutritifs à ces écosystèmes de savane peu fertiles à l'origine. Les végétaux ligneux de savane représentent un groupe unique, capable à la fois de résister à l'environnement difficile et de se comporter en pièges à éléments nutritifs. Autour des ligneux de savane peuvent être réunies d'autres conditions favorables à l'établissement d'arbres de la forêt humide: les oiseaux peuvent y nicher et les animaux s'y reposer, qui dispersent des semences d'arbres de forêt qui seront moins attaquées dans ces endroits qu'en forêt dense, tandis que les ligneux de savane pourront agir comme des sources de mycorhizes favorisant l'établissement des semis.

Tandis qu'AUBERT (1985) a résumé l'importance de la prise en compte du sol dans l'aménagement du territoire, des expériences ont été faites ici et là pour démontrer que les semis d'arbres de la forêt humide sont sensibles aux gradients de fertilité mesurés. Par ailleurs, un exemple vient appuyer la thèse de l'établissement préférentiel sous les végétaux ligneux de savane. En effet, on observe une concentration de semis d'un arbuste, *Xylopia frutescens*, autour de nombreuses espèces ligneuses de savane. Or, c'est une espèce caractéristique des fourrés forestiers qui bordent la savane et qui semble être une transition vers la forêt dense humide. Elle possède des feuilles très riches en calcium et elle semble exigeante en éléments nutritifs; son fruit est une baie rouge dont la graine doit être dispersée par les oiseaux. Ce comportement de *Xylopia* coïncide avec le modèle proposé d'extension de la forêt dense. Il illustre aussi

le fait que la multiplication artificielle de ligneux de savane dans les pâturages non seulement peut aider à améliorer le bilan fourrager, mais pourrait aussi favoriser l'extension naturelle ultérieure de la forêt elle-même... ce que ne souhaitent pas, en général, les éleveurs.

Sesbania aculeata enfoui dans un sol salin-alkalin en facilite l'amélioration en accroissant la conductivité hydraulique et la quantité de sels de sodium qui sont lessivés (YADAV *et al.*, 1961; SEN, D.N. *et al.*, 1988); les racines de cette espèce, qui pénètrent même dans les sols les plus durs, facilitent ce lessivage. Toutefois, si l'on compare l'amélioration d'un même sol alcalin par l'apport et l'enfouissement de feuillage du *Sesbania* d'une part, et par la culture du même *Sesbania* sur le terrain à améliorer d'autre part, on constate que l'effet améliorant de la culture est supérieur à celui de l'apport d'engrais vert.

Services

Les végétaux ligneux peuvent avoir des rôles variés de service. Parmi les plus importants figurent celui d'abri, contre le vent ou contre le soleil, et celui de clôture. En ce qui concerne le besoin d'ombre des animaux, on en trouvera une étude dans DALY (1984). L'action indirecte sur la croissance du tapis herbacé et du sous-étage en général est traitée dans un autre paragraphe (cf. p. 169 et suiv.).

De nombreuses études, dont une de la F.A.O. (1962) ont souligné l'effet de la température, qui est influencée par la présence ou l'absence d'ombre, sur la production animale. L'ombre que produisent les arbres réduit sensiblement les effets négatifs des températures élevées sur les performances des animaux. La forêt réduit les effets négatifs, mais les arbres isolés ou en petits groupes font de même. En ce qui concerne les effets d'un peuplement d'arbres continu, on peut se référer (F.A.O., *l.c.*) aux résultats obtenus en Californie à 3 heures de

l'après-midi, un 3 octobre, sur une pente de 20 % orientée à l'ouest: ces résultats sont exprimés par la fig. 8. Ils montrent que l'augmentation de température n'est évidente que lorsque le thermomètre est placé au-dessous de 46 cm au-dessus du sol; la température augmente de 27°8 à 31°7 quand on passe de 46 à 6 cm au-dessus du sol et elle croît de 31°7 à plus de 35°6 pour les 6 derniers centimètres. Le maximum de température de l'air et du sol se produit à la surface du sol et le taux d'augmentation de cette température devient très élevé au contact de la surface du sol (F.A.O., *l.c.*).

Ces résultats et de nombreux autres montrent le rôle considérable que joue la forêt sur la régularisation et la modération de la température. Il en est de même avec les arbres isolés ou en petits peuplements. Comme l'a montré CADMAN (1954) au Pays de Galles, des arbres isolés sur un pâturage provoquent une croissance plus précoce de l'herbe et une plus grande production, permettant aussi la croissance de meilleures espèces d'herbes et, par là, l'élevage de races animales plus exigeantes et plus productives. Des résultats comparables ont été trouvés par JOFFRE (1987) pour les "dehesas" du sud de l'Espagne. Groupés vers le centre d'un pâturage, des arbres peuvent former un bouquet qui servira d'abri au bétail contre le vent, quelle que soit la direction de celui-ci. Mais l'effet de réchauffement du sol par les arbres est considérable dans les pays tempérés, où il permet une poussée et un maintien de l'herbe plus importants au printemps et à l'automne. En expérimentant au Montana (E.U.A.), on a montré l'un des effets des arbres sur les troupeaux, en comparant la croissance de troupeaux statistiquement semblables, dont l'un vivait sur un pâturage protégé par des arbres, et l'autre en plein découvert. Après un hiver de rigueur moyenne, les animaux du troupeau protégé avaient chacun 34,9 livres de plus que ceux de l'autre groupe. Par un hiver très sévère, les animaux protégés avaient perdu chacun 10,6 livres de moins que les animaux non protégés. SPEARS

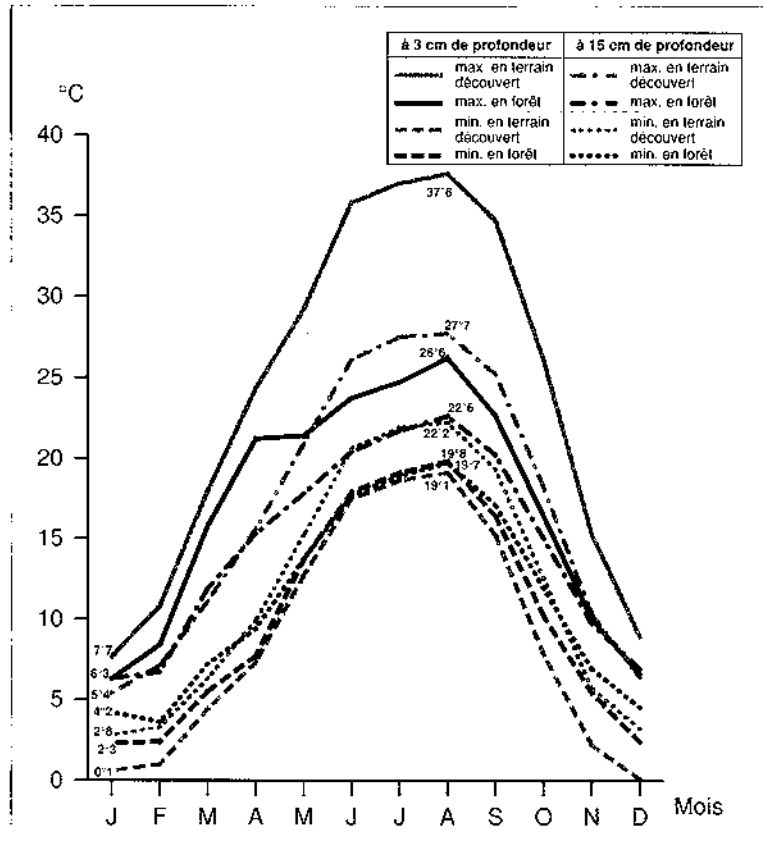


Fig. 8 - Variations de la température dans le sens vertical à 3 et 15 cm de profondeur en terrain découvert (T.D.) et sous forêt (S.F.).

Source: F.A.O., 1962

(1988) a donné une liste d'auteurs ayant étudié l'effet positif de l'ombrage sur la production des animaux en zone tropicale. Par contre, il ne faut pas perdre de vue que, surtout dans les régions à climat tempéré, de nombreux insectes et en particulier beaucoup d'espèces de mouches, comme celles qui peuvent transmettre des maladies au bétail, sont plus nombreuses dans les zones protégées du vent et du soleil que dans les zones non protégées. Ainsi, dans une étude sur la position de 64 espèces d'insectes volants par rapport à une protection contre le soleil, a-t-on trouvé, que seulement 3 espèces se trouvaient en majorité dans le secteur non protégé et quelques-unes en nombre égal dans la zone protégée et dans la zone non pro-

tégée; la majorité des espèces se trouvait dans la zone protégée du soleil.

Les effets du vent, qu'il soit chaud et desséchant, ou froid, sont combattus par les arbres, surtout lorsqu'ils sont disposés en lignes et convenablement orientés en brise-vent, c'est-à-dire perpendiculairement aux vents nocifs dominants.

Comme l'a rappelé ROBINSON (1985), lorsqu'ils sont protégés du vent et du soleil trop chaud, les animaux consomment moins d'eau parce qu'ils évaporent moins et ceci est important dans les zones sèches, où l'eau est rare. Ils utilisent le pâturage plus volontiers et plus longtemps, et donc ils se nourrissent mieux; en conséquence, la croissance et

la production (lait, viande, laine, etc.) sont meilleures que sans protection. La puberté des femelles protégées est plus précoce et le taux de reproduction plus élevé, les périodes de fertilité plus régulières, la vie reproductive plus longue, les pertes d'embryons moins fréquentes; le nombre de mâles nécessaires pour une quantité fixe de femelles devrait donc être plus petit. Le taux de survie des nouveaux-nés est aussi plus élevé parce que les mères sont en meilleure condition, produisent davantage de lait, et donnent des agneaux plus robustes. Le tableau 20 de LYNCH *et al.* (1969) montre l'effet bénéfique de la protection par brise-vent sur la production pastorale et sur le poids de moutons.

D'un point de vue économique, l'utilisation du fumier produit par les animaux est quelquefois un moyen de raccourcir ou de supprimer la jachère. Comme l'a montré SCHLEICH (1986) dans le nord de la Côte d'Ivoire, lorsqu'il y a suffisamment de surfaces cultivables disponibles, la fumure n'est supérieure à la jachère traditionnelle que si l'on dispose de techniques susceptibles de réduire le temps de travail, spécialement pour le transport du fumier, en charrette par exemple. Si le champ est éloigné de un kilomètre, le temps de transport du fumier sera de 67,8 journées à pied mais seulement de 16,0 journées avec une

charrette tirée par des boeufs (cf. fig 8). Au contraire, dans les régions à forte densité humaine, où les terres disponibles sont rares ou inexistantes, le raccourcissement du temps de jachère entraîne une chute du rendement due à une érosion accrue, et l'emploi du fumier prend tout son sens et même s'avère indispensable. La figure 9 montre l'augmentation du rendement nécessaire pour justifier le surcroît de travail que requiert l'emploi du fumier (cf. tableau 26, p. 86).

Comme l'a signalé BERNADET (1988:37) pour la Haute Côte d'Ivoire, l'appropriation des fumures par un seul propriétaire peut dans certains cas, impliquer la construction et l'entretien par celui-ci de parcs de nuit pour le troupeau. Mais ceci a une conséquence négative, qui est le désengagement des autres propriétaires à cet égard. "De même, l'accès à la fumure par les agriculteurs non-possesseurs de bovins, implique également leur engagement dans les opérations de construction et d'entretien des parcs, et donc l'allègement de la charge de travail des propriétaires de bovins".

La connaissance de la physiologie des plantes par les bouviers et les bergers est quelquefois très précise. Mais elle n'empêche qu'en fin de saison sèche se pose toujours, avec une acuité plus ou moins

grande suivant les années, le problème de la "soudure". A cette période, les gardiens ont recours au feuillage des arbres; ils grimpent alors dans les arbres et choisissent les branches qui ont les feuilles les plus jeunes et les plus abondantes pour les couper; à terre, un acolyte étale ces branches coupées sur le sol pour que le plus grand nombre d'animaux puissent y avoir accès. Les espèces recherchées le plus varient avec les régions; dans les zones sahélo-soudanienne et soudanienne, c'est souvent *Pterocarpus erinaceus* parce qu'il est très volontiers apprécié par tous les animaux: son fourrage contient jusqu'à 1% de M.A.D., et les branches coupées sont fréquemment vendues sur les marchés au Burkina Faso et au Mali; cependant, le bétail ne doit pas en ingérer trop d'après les Peuhl, car un excès entraînerait des troubles oculaires durant la saison des pluies suivant l'ingestion. *Azelia africana* et *Khaya senegalensis*, dans ces mêmes zones, sont également très prisés. Cependant, l'utilisation des branches entraîne une importante contrainte en main-d'oeuvre et de nombreux troupeaux doivent se contenter de l'herbe séchée qu'on trouve encore dans les bas-fonds, et des repousses de végétaux ligneux bas qui sont à leur portée; c'est le cas des troupeaux de brousse peuhl et de nombre de troupeaux

Taux de charge par ha	Période sèche (mars 1965-octobre 1966)						Période suivant la sécheresse (novembre 1966-septembre 1968)					
	15		30		38		15		30		38	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Poids vif (kg)	43,5	40,5	32,0	26,3	27,5	25,4	50,5	49,5	44,5	37,5	40,0	32,5
Pâturage (kg.ha ⁻¹)	370	205	117	61	68	34	1920	993	730	343	339	163
Pluviosité mensuelle moyenne (cm)	4,27						6,83					

Tableau 20 - Production pastorale moyenne mensuelle et poids vif d'ovins dans des enclos abrités (A) ou non (B) pendant et après une sécheresse.

Source: LYNCH *et al.*, 1969

divaguant en saison sèche comme dans le nord de la Côte d'Ivoire.

L'utilisation de la poudrette, ou mélange de terre et d'excréments animaux finement broyés, est une excellente mesure agronomique; sur le plan social, elle peut être une occasion de réduire les tensions entre éleveurs et agriculteurs, si la poudrette est cédée aux agriculteurs et non réservée aux éleveurs pour établir leurs propres cultures. C'est ainsi que procède la Société ivoirienne pour le développement des productions animales (SODEPRA), qui a réussi en pays sénoufo notamment, à créer un esprit de coopération entre les pasteurs peuhl qui parcourent le pays avec leurs troupeaux et les agriculteurs sédentaires. Mais l'harmonie ainsi établie est fragile et dépend quelque peu de la densité de la population; tant que celle-ci n'est pas trop forte, une collaboration peut se maintenir, mais il est bien à craindre qu'au-delà d'une certaine densité, ne renaissent les anciens conflits pour savoir qui sera le bénéficiaire d'une ressource devenue insuffisante.

Dans l'Etat de Chiapas, au S.E. du Mexique, on trouve dans les jardins de case plus d'une cinquantaine d'espèces, dont plus de 20 fournissant exclusivement ou partiellement du fourrage (REPETTO, 1986). De la même façon, dans les jardins de case au N.E. d'Ibadan (Nigéria), TAYLOR (1977) trouve le degré d'association entre ligneux et cultures le plus élevé de la région et un nombre d'espèces supérieur à 50, dont 20 au moins fournissent notamment du fourrage.

Dans les démonstrations de mise en défens faites à partir de 1985 au Burkina Faso par le Programme allemand du CILSS (PAC), de bons résultats ont été visibles dès la deuxième année (GRAF *et al.*, 1989); dans toutes les unités, le nombre de jeunes arbres a augmenté, en particulier sur les bas de pente des collines et sur les glacis à sol épais. Comme le nombre de petits arbres a augmenté dans les unités protégées, la hauteur moyenne

nombre de tiges	diamètre (cm)	hauteur (m)	observations
7	> 20	6-8	morts
15	> 20	4-6	vivants mais avec la cime et un côté desséchés et le tronc sans écorce
32	(5-20)	2,5-4	vivants mais très jaunes
26	-	1,5-2,5	vivants, en mauvais état
plusieurs centaines	-	1,5	buissonnants car broutés

Tableau 21 - Composition d'un peuplement de balanites en mauvais état.

Source: GRAF *et al.*, 1989

des arbres y est plus basse que dans les parcelles témoins. Le taux de couverture ligneuse a probablement augmenté mais de façon encore imperceptible après 3 années; par contre, le taux de couverture herbacée est passé de 13% environ à 25%, et on a enregistré une croissance de 1,5 kg de M.S. herbacée par mm de pluie tombée (251.5 mm en 1987) au lieu de 1 kg (241.6 mm en 1985). Les résultats sont donc encourageants, mais sur une trop courte période pour qu'on puisse savoir quelle sera la production en bois ou en fourrage des ligneux.

Des essais de régénération d'un peuplement de *Balanites aegyptiaca* en mauvais état ont été faits en 1985 (GRAF *et al.*, l.c.). Ce peuplement avait la composition indiquée par le tableau 21.

Tous les buissons sont restés en bon état, même ceux qui ont été broutés, mais ceux qui avaient été protégés par des branchages ont connu une bonne croissance et certaines de leurs tiges ont poussé assez pour être hors de la dent des animaux. Par ailleurs, les arbres souffreteux qui ont été élagués ont tous repris de la vigueur. On en a provisoirement conclu que l'élagage était salutaire sur des arbres mal-venants.

Les brise-vent réalisés avec le soutien des Etats unis d'Amérique à La Maggia, au Niger, sont quelquefois cités comme l'une des premières réalisations de ce genre en Afrique tropicale, par TIMBERLAKE par exemple (1985). Il n'en est rien. Ils ont été précédés notamment par

des essais et réalisations étendus autour des niayes et à Bambeï, au Sénégal, le long de réseaux irrigués en Somalie et au Soudan, dans les plaines au nord des Monts Mandara au Cameroun, dans les cultures en corridors des colonats installés par les Belges au Burundi et au Zaïre, etc. Ces réseaux étaient souvent mieux conçus que les brise-vent de La Maggia. L'inconvénient majeur des premiers brise-vent faits en ce lieu et souvent prisés est que leur efficacité est restée douteuse avant qu'ils soient repris et complétés. En effet, ils étaient à l'origine mal conçus: le couvert de neem, *Azadirachta indica*, avec lequel ils étaient constitués ne descendant pas jusqu'au sol, il existait une lacune dans le bas du barrage, par laquelle le vent s'engouffrait à vitesse accélérée, entraînant une déflation et un creusement du sol sous le brise-vent lui-même pendant les mois de l'année où les tiges des céréales entre les lignes d'arbres ne couvraient pas le sol. Ce défaut, que nous avons souligné à l'origine du Projet, a été corrigé. Ainsi, à Maïguizaoua (Niger), on a amélioré le système en plantant, du côté au vent des neems, deux ou trois lignes d'*Acacia Senegal*, d'*A. nilotica* et d'*A. laeta*. La surface qu'occupent ces lignes est prise sur la surface productive de céréales, mais l'augmentation de la productivité des céréales semble le justifier. Malgré leurs défauts, les brise-vent de La Maggia passent pour avoir permis des gains de production de céréales qu'on a évalués à 20 et 23 %, et, en 1984, en année très sèche, à 18 %. Par ailleurs, chaque kilomètre de brise-vent

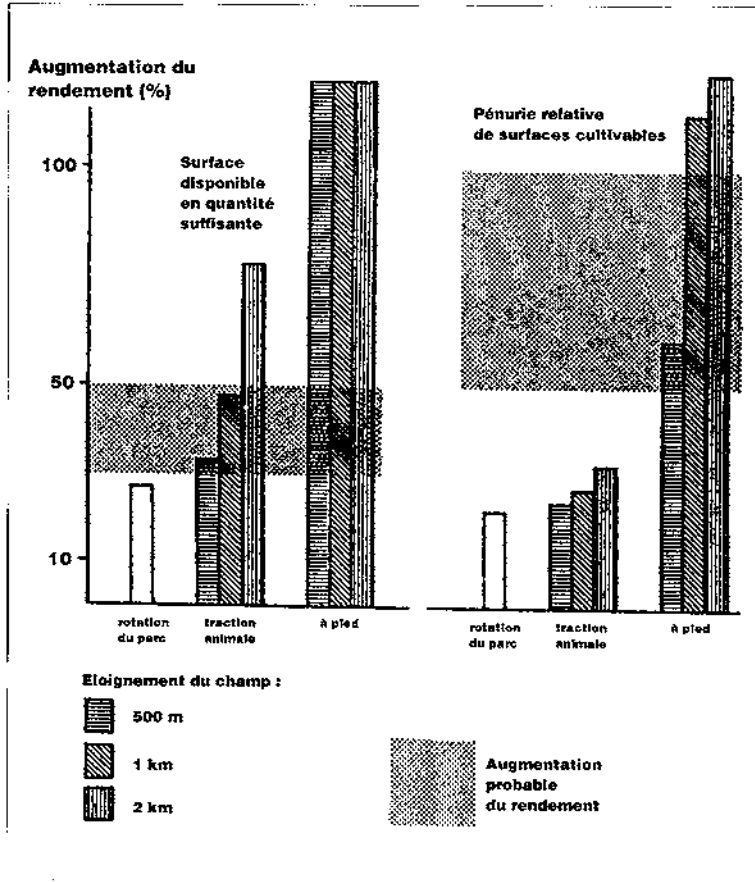


Fig. 9 - Augmentation du rendement nécessaire pour justifier le surcroît de travail que requiert l'emploi du fumier.

Source: SCHLEICH, 1986

arrivé à maturité pourrait produire (LEACH *et al.*, 1988) en moyenne 110 m^3 de bois de feu par an, soit de quoi servir 250 personnes. Par ailleurs, les nouvelles espèces ligneuses du brise-vent donnent de nouveaux produits, dont la gomme arabique, qui améliorent l'économie de l'exploitation. La gestion des arbres dans le brise-vent pose cependant un problème qui n'est pas encore résolu. On considérera avec intérêt les résultats des essais de VIGNES *et al.*, (1977) qui montrent que la productivité des légumes est meilleure avec un vent de faible degré Beaufort qu'en calme plat. Les essais en enceintes climatisées doivent en tenir compte.

Les produits "froids" sont ceux que tout le monde peut cultiver, y compris les femmes et les enfants, comme l'igname; d'où raréfaction des terres à igname et émancipation, des femmes notamment, par l'igname ...

Au sud du pays sénoufo, donc en pays malinké de Côte d'Ivoire, les agriculteurs cultivent surtout en galeries forestières, et ils considèrent inutile l'apport de fumier ou de déjections animales, car ils estiment que la fertilité des sols est satisfaisante pour obtenir de bonnes récoltes.

Les végétaux ligneux peuvent jouer des rôles et avoir des usages très divers. Ainsi, il paraîtrait que les feuilles de *Vitex Payos* comme d'ailleurs celles du manioc pourraient être mélangées au carburant des enfumoirs pour produire une fumée tranquillisante pour les abeilles.

Des simulations des changements de composition chimique qui se passent dans le sol sous l'effet de techniques agroforestières ont montré que les systèmes agroforestiers peuvent se comporter comme des absorbants ou comme des émetteurs de carbone. L'étude des changements annuels dans le stockage du carbone du sol dans un système de culture itinérante, où les périodes de jachère sont de 15 ans ou de 7 ans indique qu'avec des jachères de 15 ans, les pertes en carbone durant les 3 années de culture ont été à peu près compensées par les gains en carbone pendant les périodes de jachère. Avec des jachères de 7 ans seulement, l'emménagement du carbone ne contrebalance pas les pertes de 3 années de culture, et le carbone baisse au rythme de $450 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$. Dans ce cas, le changement dans l'utilisation des terres a transformé le système, qui était une source de carbone, en un absorbant de carbone (ASARE, 1990). Des techniques agroforestières améliorées ont le pouvoir de transformer des systèmes en absorbants nets de carbone, réduisant de ce fait les émissions de CO_2 (YOUNG *et al.*, 1987). Cependant, on ne dispose encore que de peu de données d'expériences vérifiées pour se permettre d'évaluer avec précision le rôle potentiel de l'agroforesterie dans les modifications climatiques; il y a toutefois un flux grandissant de données et on peut espérer qu'une évaluation plus précise sera possible dans un futur pas trop lointain.

Dans des communautés à buissons bas des déserts froids d'Utah et du Nevada, différentes associations végétales se sont développées dans le dernier demi-siècle, depuis que la pression du pâturage y a été substantiellement réduite.

L'armoise noire, *Artemisia nova*, y est devenue commune. A la fois sur les sites à *A. nova* et sur ceux sans *A. nova*, la réduction du paillage a entraîné une baisse de la couverture par des buissons, une baisse de la couverture générale, une couverture buissonnante moins nettement appétable, tandis que les herbes, les Graminées et les buissons les moins appétés étendaient sensiblement leur couverture.

Enfin, parmi les services que peuvent rendre les végétaux ligneux dans les associations sylvi-pastorales, il ne faut pas oublier (AMIR *et al.*, 1989) le contrôle biologique des mauvaises herbes et des buissons nuisibles, notamment le long des routes et des cours d'eau (exemple, in ARGOUILLON *et al.*, 1981, des mayos camerounais aux berges plantées d'*Eucalyptus camaldulensis*). Il faut encore mentionner d'autres services susceptibles d'être rendus par les végétaux ligneux dans des systèmes agroforestiers, comme les services cultureux: sécurité, symbolisme culturel, auto-satisfaction; les services récréatifs: chasse, compétition, exposition, compagnonnage; les services d'emploi: agro-industries; etc.

Quelques implications sociologiques

Le rôle que les arbres, les arbustes et les arbrisseaux peuvent jouer dans la production animale sous les tropiques est influencé lui-même par le rôle que les animaux jouent dans la société. On peut les utiliser pour leurs produits, le lait le plus souvent, ou la viande, ou d'autres produits qui sont habituellement de moindre importance, comme le cuir, la corne, le poil, des produits opothérapeutiques, etc. Dans bon nombre de sociétés, le rôle de service des animaux les plus volumineux est au moins aussi grand que leur rôle de producteurs: on en a besoin comme source d'énergie (labour, transport, exhaure de l'eau, animation de moulins, etc.), ou bien, de plus en

plus lorsque la fertilité décroissante des sols est un problème, pour engraisser le sol. Souvent, ils aident à se procurer un statut social: on les utilise comme dot, comme réserve bancaire, ou plus simplement comme symbole de prestige.

Des groupes sociologiquement variés peuvent être concernés par la production animale, et cela peut avoir des implications sur l'agroforesterie. Nous pouvons distinguer cinq grands groupes:

- ♦ Le groupe pastoral, bien étudié pour l'Afrique de l'Est par exemple par CUNNISON (1966), par ASAD (1970), par DYSON-HUDSON *et al.* (1982), et par ARHEM (1985), chez qui la conduite des animaux est de loin l'occupation principale, sinon la seule. Ce groupe comprend les nomades, les semi-nomades et les transhumants. C'est un groupe bien plus varié qu'on pense en général, avec des sous-groupes qui vivent de manière encore très traditionnelle, à dos de chameau, ou en association étroite avec leurs animaux, constamment à la recherche de nouveaux pâturages pour leurs troupeaux et à première vue non intéressés par l'argent. Comme l'a remarqué LAMPREY (1983), certains de ces pastoralistes purs sont des producteurs spécialisés au sein d'un système économique plus large, comme les Basseri de l'Iran méridional; d'autres ne sont que marginalement impliqués dans un système économique plus général, comme les Rendille du nord-est du Kenya. Il y en a cependant parmi eux qui donnent toutes les apparences d'une vie traditionnelle, tout en pratiquant une sorte d'esclavage moderne, par exemple les Kababish du Kordofan (Soudan) en étant les employeurs du personnel de sociétés de transport automobile (dont ils sont, par ailleurs, les propriétaires) dans des régions quelquefois éloignées de leurs zones de pâturage traditionnel. De nos jours, on peut voir des traces de modernisme pénétrer dans ces milieux, par exemple, comme nous l'avons vu en 1964 chez

les Beraber d'Arabie saoudite, des postes de télévision montés sur les selles des dromadaires avec des suspensions à la Cardan, ou bien des gros camions réservoirs utilisés pour transporter l'eau sur les pâturages. Comme les Kababish, les Baqqara du sud Darfour et du Kordofan, étudiés par ADAMS (1982), font de gros efforts pour s'adapter à un nouvel environnement économique, mais ceux-ci sont tellement rapides et si brutaux et prennent quelquefois l'allure d'un retour vers de mauvais aspects du passé, qu'ils en sont désorientés. On peut diviser le groupe en sous-groupes intégralement pastoral et sylvi-pastoral. Le grand groupe des pasteurs authentiques est parfaitement bien adapté à son environnement.

- ♦ Le groupe agri-pastoral, fait de gens qui dépendent de l'agriculture, mais qui pratiquent aussi quelque forme d'élevage. Il bénéficie de plus en plus du fait que les Gouvernements ont le grand désir de sédentariser les nomades. Ce groupe tend quelquefois à profiter des malheurs des nomades. Par exemple, en période de sécheresse exceptionnelle, ils s'efforcent d'acquiescer à bon compte des animaux que les nomades sont obligés de vendre dans de très mauvaises conditions pour eux-mêmes, et ils deviennent eux-mêmes éleveurs. A ce groupe on peut rattacher des éleveurs qui ne peuvent survivre des produits de leurs seuls animaux, qui pratiquent souvent la transhumance, et qui complètent quelquefois leurs revenus par des rapines ou par des raids organisés pour s'emparer du bétail d'autres groupes sociaux: c'est ainsi que font encore de nos jours les Karimojong de l'est de l'Ouganda. Le groupe agri-pastoral se développe et tend à passer rapidement dans le groupe suivant, des agriculteurs mixtes. Mais il faut dire que ce groupe est aussi le premier à souffrir des raids que les nomades lancent encore quelquefois contre les sédentaires, comme il est arrivé au Darfour

(Soudan) en 1989. Le groupe croît plus vite sans aucun doute que celui des nomades, et, en bien des endroits, il favorise activement la désertification en poussant les cultures jusqu'à la limite du possible... et au-delà, dans des secteurs arides qui ne sont pas appropriés à une culture soutenue. Dans les années récentes, bien des projets ont été faits pour ce groupe, visant à lui favoriser la transition vers le groupe des agriculteurs mixtes, sans tenir suffisamment compte des ressources écologiques du territoire.

- ♦ Le groupe des agriculteurs mixtes consiste en agriculteurs sédentarisés ou en voie de l'être, qui investissent en des formes de production de fourrage plus ou moins sophistiquées, et en des formes de conduite du troupeau plus élaborées, et qui utilisent le fumier pour améliorer le rendement de leurs cultures. On connaît plusieurs techniques agroforestières qui conviennent particulièrement bien à ce groupe, en lui procurant un revenu relativement sûr, comme l'agriculture en couloirs tournée vers la production de fourrage, et de petites banques de fourrage. On compte dans ce groupe des gens qui sont à l'origine ou depuis longtemps des agriculteurs mais qui conservent dans leurs valeurs une forte éthique pastorale, comme les Barabaig ou les semi-pasteurs Gogo, tous de l'Éthiopie, ou comme les Jic d'Ouganda.
- ♦ Un quatrième groupe, voisin du précédent, est constitué par des agriculteurs qui sont profondément et essentiellement impliqués dans la production de cultures, et qui n'ont qu'un petit nombre d'animaux, souvent plus importants par les services qu'ils procurent (labour, traction, fumier, etc.) que par des productions classiques comme le lait ou la viande. Pour ceux-ci, le fourrage est souvent fourni par les résidus de cultures, et on pourrait s'attendre à ce qu'ils soient moins concernés par l'agroforesterie que les groupes précédents pour la production de fourrages; en

fait, ils sont intéressés par elle parce qu'elle augmente la production des cultures, et donc, indirectement, celle des fourrages. Mais ils sont aussi intéressés par diverses techniques agroforestières, comme l'agriculture en couloirs où ils voient essentiellement une possibilité de produire du fourrage.

- ♦ Un autre groupe, plus petit, et pas encore très bien identifié sur le plan sociologique, est formé de gens qui s'intéressent aux petits animaux (agoutis, lézards, abeilles, vers, poissons, iguanes, etc.) comme source de protéines pour eux-mêmes ou pour vendre. Ces animaux et leur élevage sont généralement très négligés, bien qu'ils puissent constituer une source d'excellentes protéines et être de grande importance sur le plan local.

Les inter-relations entre les ligneux et les herbacées, et entre les ligneux et les animaux demandent une attention toute spéciale, particulièrement en ce qui concerne le potentiel du fourrage ligneux ou brouet. Parce que l'élevage des animaux est terriblement dépendant de leur gestion et de leur mode de conduite, toutes les propositions visant à faire dépendre l'élevage davantage du brouet vont soulever le problème de savoir si les types d'animaux qui existent sont bien les mieux adaptés aux objectifs que l'on poursuit, dans des conditions environnementales et socio-économiques déterminées. Il arrive souvent qu'on ne donne pas assez d'attention au rôle social et économique des animaux quand on détermine les besoins en fourrage de brouet. Les facteurs qui influencent le brouet, tels que la disponibilité, la palata-

bilité, les préférences pour chaque type d'animal, la sécurité et la saisonnalité de la production, tous ces facteurs et bien d'autres peuvent devenir critiques dans un environnement social déterminé plutôt que dans un sens purement technique.

Dans une fort intéressante étude, BOURBOUZE (1986) a décrit les facteurs sociaux et la lutte pour la prééminence entre les tribus d'éleveurs du Haut Atlas (Maroc) ainsi que leur évolution. Alors que les petits déplacements sont déterminés par les interactions entre la végétation (climat méditerranéen, étage semi-aride froid de montagne) et l'animal, les grands le sont plutôt par la politique et ses variations. Au fur et à mesure de la fonte de la neige, les troupeaux montent en été sur les "pâturages écorchés" d'altitude, au-dessus de 2400 m, puis redescendent l'hiver dans les vallées et les bassins versants protégés par la forêt, en broutant le chêne vert et les buissons au feuillage pérenne. Les déplacements sont liés aux disponibilités fourragères. Le territoire domaniale forestier, les parcours d'altitude et les zones de cultures occupent respectivement 31%, 46% et 11% de la superficie totale. Les systèmes agri-pastoraux se sont organisés pour s'adapter le mieux possible à ces contraintes naturelles, qui permettent de comprendre les grandes lignes des déplacements des troupeaux. Mais d'autres facteurs interviennent.

Par exemple, en mai, les chèvres broutent surtout le frêne et le chêne vert. En juillet, elles pâturent surtout les globulaires et les Graminées. En octobre, ce sont les glands et le genévrier rouge qui

Nourrir les orphelins

En Afrique de l'Ouest humide, on utilise une décoction traditionnelle de *Ficus capensis* pour augmenter la sécrétion lactée des femmes et même pour la provoquer chez des non-parturientes qui veulent nourrir un orphelin. On a tiré de cet arbre un produit actif chez le rat qui augmente la prolactine et la rend 5 fois plus élevée chez la femelle et 4 fois plus chez le mâle!

DES ARBRES, ARBUSTES ET ARBRISSEAUX

ESPECES	24-25 mai	4-5 juillet	11-12 octobre	10-11 janvier	24-25 avril
STRATE ARBOREE	73,3a *	2,6b	74,9a	91,1a	27,8c
Chêne vert	18,9	0,5	29,5	77,8	11,3
- feuillage	18,9	0,5	4,5	8,3	11,3
- glands	-	-	25,0	69,5	-
Genévrier rouge	1,0	-	38,9	1,9	0,9
Genévrier oxycèdre	11,6	2,1	1,1	14,6	6,4
Frêne dimorphe	41,8	-	5,6	-	9,2
STRATE BUISSONNANTE	2,5	1,0	0,7	-	-
Buis des Baléares	0,2	-	-	-	-
<i>Daphnae Gnidium</i>	0,1	-	0,6	-	-
<i>Collutea</i> sp.	2,3	1,0	-	-	-
<i>Jasminum fruticans</i>	-	-	0,1	-	-
STRATE CHAMAEPHYTIQUE	5,6a	25,9b	10,0ab	4,0	65,5c
<i>Cytisus purgans</i> (fleurs)	1,2	-	-	-	55,2
<i>Globularia Nana</i>	0,6	14,6	1,2	0,4	0,8
<i>Ormenis scariosa</i>	3,1	-	8,5	0,9	0,3
<i>Genista Scorpius</i> (fruits)	0,2	10,0	-	-	-
<i>Thymus</i> sp.	0,5	1,1	0,1	0,4	9,2
<i>Coronilla minima</i>	-	0,1	0,2	1,9	-
Divers	-	0,1	-	0,3	-
STRATE HERBACEE	18,6	70,6b	14,1a	1,7a	6,5a
<i>Mentha sylvestris</i>	0,8	-	4,8	-	-
<i>Odonites Powellii</i>	-	1,3	7,5	-	-
<i>Verbascum</i> sp.	2,4	-	-	-	-
<i>Boletus</i> sp.	-	0,7	-	-	-
Graminées et divers	14,9	68,6	1,8	1,7	6,5

* pour une strate déterminée, les valeurs moyennes suivies de lettres suffixes sont significativement différentes (P < 0,10).

Tableau 22 - Ration sélectionnée par des caprins au Haut Atlas marocain calculée sur la base des poids frais.

Source: BOURBOUZE, 1986

	mai	juillet	octobre	janvier	avril
Temps de séjour (heures)	10,30	12,25	10,00	8,00	10,75
Temps de pâturage (heures)	7,22	7,57	7,45	5,25	8,55
M.S.I. (grammes)	962	919	884	898	462
M.S.I. par heure	133	121	119	171	54
de pâturage (grammes)					
Rythmes de pâturage	22,9	21,6	17,4	11,7	28,1
(coups de dent par minute)					
g M.S.kg ⁻¹ P 0,75	104	99	96	97	50

Tableau 23 - Temps de pâturage et matière sèche ingérée (M.S.I.).

Source: BOURBOUZE, 1986

constituent l'essentiel de leur alimentation, puis en janvier les glands encore et le genévrier oxycèdre, enfin en avril le chêne vert et le cytise. Ce sont les préférences alimentaires de la chèvre qui guident ses déplacements quotidiens. Le

berger suit les goûts de ses animaux; c'est pourquoi, au printemps, les troupeaux de chèvre se trouvent sur des versants frais et en bas de pente, parce que c'est là qu'on trouve les frênes. Le tableau 22 donne la composition botani-

que de la ration sélectionnée par des caprins pour l'ensemble d'une année, calculée sur la base des poids frais.

"L'estimation des quantités ingérées, calculées en multipliant la durée du pâturage par le rythme des coups de dent et par le poids unitaire moyen d'un coup de dent, ajoute peu d'informations sur l'occupation de l'espace (Tableau 23): en janvier, les temps de sortie sont écourtés, mais la consommation des glands (rythme de pâturage lent lié à la recherche) permet un haut niveau d'ingestion (171 g M.S.I.h⁻¹); en avril par contre, la consommation des fleurs de cytise prend du temps sur un rythme rapide (28,1 coups de dent.min⁻¹), mais les quantités consommées restent

faibles à cette époque de soudure. Le bilan des quantités prélevées par les caprins conduit à souligner leur faible importance (50 U.F. ha^{-1}); ceci est en partie lié à la charge moyenne qui est faible ($0,5 \text{ petit ruminant. ha}^{-1}$). Et BOURBOUZE (*l.c.*) d'en conclure que les caprins, bien loin de détruire la forêt, en tirent au contraire un excellent parti en se montrant adaptés au couvert végétal et capables d'en tirer une ration alimentaire minimale dans des conditions d'exploitation très difficiles.

L'étude des systèmes d'élevage au Yatenga (Burkina Faso) faite par THURIET (1986) illustre ce qui a été dit plus haut à propos du second et du troisième groupes d'éleveurs que nous proposons de reconnaître. Il y a dans la région de Sabouna une imbrication étroite de l'espace pastoral avec l'espace cultivé, mais du fait que les sédentaires mossi disposent d'installations fixes, ils se trouvent dans une position dominante vis-à-vis des Peuhl, et tendent à éliminer progressivement ceux-ci, dont les systèmes ne sont plus viables. Les troupeaux, aussi bien peuhl que mossi, utilisent pendant la période d'après récolte les résidus qui subsistent sur les champs, spécialement les tiges de mil et de sorgho, ce qui les conduit jusqu'à la fin d'avril: alors, le relais est assuré par les feuilles des arbres, qui commencent à apparaître. Dès que commence la saison de cultures, le bétail mossi est confiné sur les plus mauvais sols, non cultivables (terrasses latéritiques ou gravillonnaires, cuirasses), où il est gardé par les enfants. Le cheptel peuhl, dans sa grande majorité, est alors obligé de migrer vers le nord pour se nourrir de pâturage de brousse, alors de très faible valeur et particulièrement rare. Le seul avantage des troupeaux peuhl est sans doute que leurs bergers se donnent le mal de couper les branches des arbres pendant la période de soudure, ce qui met à la disposition des animaux davantage de brouet que n'en disposent les troupeaux mossi, et par conséquent davantage de protéines. Les agriculteurs mossi qui possèdent des boeufs de labour constituent des ré-

servés de fourrage pour ces animaux, en stockant des tiges de mil et de sorgho pour la période de soudure.

"Les Peuhl de Sabouna sont semi-sédentaires, c'est-à-dire qu'ils disposent d'une habitation principale fixe et de petits champs de mil. Cependant ces champs de mil sont -et de loin- trop petits pour assurer leur auto-suffisance alimentaire. Ainsi, l'élevage-naisseur de zébus et de petits ruminants reste bien leur activité principale, celle qui permet par la vente de lait et d'animaux de subvenir aux besoins alimentaires de la famille. De plus, en tant que "professionnels" de l'élevage, les Peuhl de Sabouna louent leurs services aux Mossi: soit en gardant les animaux des Mossi pendant la saison des pluies et en les emmenant en transhumance à la recherche de meilleurs pâturages, soit en emmenant leurs troupeaux en saison sèche sur les champs des Mossi pour les fumer.

"Chez les Mossi, l'activité principale reste la culture du mil et du sorgho. Le cheptel de petits ruminants semble surtout avoir une fonction d'accumulation financière, c'est le "compte en banque" de l'exploitation dans lequel on puisera en vendant des animaux en cas de mauvaise récolte ou d'investissement particulier. Il permet aussi de faire face aux abatages rituels et de prestige (baptêmes, mariages, "taboshi"). A côté de ce cheptel de petits ruminants, quelques rares agriculteurs mossi possèdent des boeufs qu'ils élèvent à la fois pour l'engraissement et pour la traction (culture atelée).

"La culture atelée intéresse beaucoup les Mossi puisqu'elle leur permet d'améliorer leur activité principale (l'agriculture), l'aspect spéculatif de l'engraissement des boeufs est également très bien perçu. Les Mossi restent cependant dépendants des Peuhl pour la fourniture des zébus. Les Mossi ne maîtrisent pas actuellement la reproduction des zébus et déclarent ne pas savoir s'occuper des femelles, d'où l'interdépen-

dance des systèmes de production peuhl et mossi (THURIET, *l.c.*)".

Cette interdépendance joue en défaveur des Peuhl. La taille de leurs troupeaux, réduite à chaque sécheresse par les ventes d'animaux qu'ils doivent faire pour survivre, ne leur permet plus d'assurer un renouvellement et il ne leur reste plus alors qu'à devenir les bouviers de gros agriculteurs mossi ou à émigrer vers le sud.

Elle joue également contre les plus pauvres des Mossi. Ceux-ci ne sont pas tous égaux devant la sécheresse. Ceux qui possèdent des troupeaux importants sont aussi ceux qui possèdent les meilleures terres de bas-fonds, et ils sont évidemment beaucoup moins affectés par la sécheresse que les plus pauvres.

Dans une enquête faite en Zambie (STURMHEIT *et al.*, 1989), on a interrogé les éleveurs pour savoir s'ils estimaient devoir subir une période où l'approvisionnement en fourrage était difficile. En dépit de fortes variations extrêmes d'une région à une autre, la majorité a estimé que la "soudure" de saison sèche posait de graves problèmes. Interrogés sur les meilleurs moyens d'augmenter la disponibilité en fourrages, seulement 21 % ont fait la suggestion de planter des arbres fourragers. La plantation d'herbes a été suggérée par 19 % d'entre eux, tandis que les autres solutions préconisées se répartissaient ainsi:

- ♦ 8 % pour garder des réserves de maïs,
- ♦ 4 % pour faire migrer le bétail vers la plaine de la Kafoué, à une quarantaine de kilomètres du lieu de l'enquête,
- ♦ 3 % pour de l'ensilage,
- ♦ 2 % pour empêcher les feux mis à la saison sèche par les chasseurs,
- ♦ 1 % pour faire du foin.
- ♦ 1 % qui estime qu'on ne peut rien faire en raison de la tenure communautaire des terres à pâturage,
- ♦ 34 % qui n'avaient pas d'idée,
- ♦ et 5 % qui n'ont pas répondu à la question.

DES ARBRES, ARBUSTES ET ARBRISSEAUX

Il est remarquable que les taux élevés de réponse suggérant la plantation d'arbres viennent d'une zone où la Banque mondiale a soutenu un projet, axé sur la plantation de *Leucaena leucocephala*. Malgré l'échec relatif du projet, la population a retenu que quelque chose pouvait être tenté. Le choix du leucaena n'était d'ailleurs probablement pas très bon, car il demande une protection pendant qu'il est encore de petite taille (et sa croissance est d'abord lente), et il demande des *Rhizobium* présents dans le sol ou bien une inoculation, et un apport de chaux dans les sols à bas pH. Si *Sesbania Seshan* et *Cajanus Cajan* sont préférables en raison de leur croissance initiale plus rapide, il est étonnant que les paysans n'aient pas semblé tenir compte de la grande aptitude à produire des gousses d'excellente qualité de *Faidherbia albida* et d'*Acacia sieberiana*. Mais la plantation de ligneux fourragers n'est pas communément admise, même si elle vient en tête des remèdes préconisés pour assurer la "soudure": seulement 9 % de ceux qui ont bénéficié de plants dans les pépinières du projet ont choisi des arbres fourragers. Il reste encore ancré solidement dans l'esprit des gens que le fourrage est procuré par la nature, qu'il est gratuit, et qu'il n'est pas nécessaire de faire d'efforts pour en augmenter la disponibilité. De plus, les ligneux fourragers poussent presque tous sur des terrains non affectés, à utilisation communautaire, et les éleveurs n'ont aucune garantie que les arbres qu'ils planteraient seraient à leur usage et bénéfice. Ceci est d'ailleurs confirmé par le fait que la plupart des plantations qui ont été faites, même si elles sont peu nombreuses, ont été faites sous forme de banques fourragères, dans des bouts de champs, en bordure de chemins privés conduisant à des champs privés, sous forme de clôtures vivantes ou de haies, et le long de courbes de niveau sur des terres normalement cultivées. Les espèces les plus plantées étaient:

<i>Mangifera indica</i>	33 %
<i>Musa</i> sp. pl.	22 %
<i>Citrus sinensis</i>	10 %

<i>Morus nigra</i>	10 % *	<i>Manihot</i> sp. pl. (arborescent)	5 %
<i>Carica Papaya</i>	6 %	<i>Ficus Sycomorus</i>	1 %
<i>Psidium Guajava</i>	5 %	<i>Zizyphus abyssinica</i>	1 %
<i>Manihot</i> sp. pl. (arborescent)	4 %		
<i>Moringa oleifera</i>	4 %		
<i>Citrus Limon</i>	1 %		
<i>Faidherbia albida</i>	1 %		
<i>Punica Granatum</i>	1 %		
<i>Ficus Sycomorus</i>	1 %		

alors que les espèces qui seraient préférées sont (en pourcentage des citations):

<i>Citrus sinensis</i>	75 %
<i>Mangifera indica</i>	53 %
<i>Psidium Guajava</i>	48 %
<i>Moringa oleifera</i>	30 %
<i>Citrus Limon</i>	27 %
<i>Carica Papaya</i>	20 %
<i>Musa</i> sp. pl.	18 %
<i>Faidherbia albida</i>	17 %
<i>Morus nigra</i>	14 %

et les réponses indiquent que 90 % des espèces sont préférées pour leurs fruits et seulement 5 % pour le fourrage qu'elles procurent. Par ailleurs, à la question posée aux 95 % des interrogés qui ont manifesté l'intention de planter des ligneux: "Pourquoi voudriez-vous planter des ligneux?", les réponses de 83 % indiquent qu'ils veulent des fruits et seulement 10 % qu'ils souhaitent avoir plus de fourrage, avec six autres réponses entre ces deux pourcentages. Ce qui confirme que la population n'est pas encore acquise à l'idée de planter des arbres pour en tirer des produits fourragers.

Contrairement à un stéréotype encore répandu, les nomades acceptent le chan-



Fig. 10 - Lapins se nourrissant de *Leucaena leucocephala*.

Source : ICRAF

gement, mais, comme tout le monde, ils ne l'acceptent que s'ils en perçoivent l'intérêt. C'est ce qu'on a pu constater chez les Kababish du Soudan qui, en 1960, après avoir éprouvé des difficultés à affourrager leurs dromadaires, avaient d'eux-mêmes construits quelques silos-tranchés, en copiant celui que nous

avons fait et utilisé au Service de l'élevage à El Obeid. Même remarque avec les Somalis de Garissa au Kenya dont MERRYMAN (1979) rapporte que, gravement touchés par la sécheresse et par le premier projet du gouvernement kenyan pour inciter les nomades à se sédentaryser, ils "ont montré une grande souplesse

à combiner agriculture et pastoralisme, réussissant à maximiser une économie de double subsistance qui s'est développée comme une nouvelle réponse intéressante adaptée au stress écologique". Des observations confirmant l'adaptabilité des nomades ont été faites aussi par von MAYDELL (1983a).

3. Des animaux

Dans le présent essai, les animaux sont considérés dans leurs rapports avec la composante ligneuse de différents systèmes agroforestiers. On ne se contentera pas d'examiner les principaux résultats de la recherche concernant les inter-relations entre ligneux et bétail d'élevage, comme le rôle du brouet sur la production animale, ou le rôle des animaux d'élevage sur les arbres, les arbustes et les arbrisseaux; mais on cherchera à donner un aperçu des connaissances relatives aux animaux dans leur ensemble et à cette composante ligneuse, comme l'élevage en systèmes agroforestiers d'animaux peu communs, tels que le varan ou l'iguane, ou comme l'aquiforesterie ou l'apiviculture.

L'ouverture de l'agroforesterie à des élevages peu courants, en particulier d'animaux de petite taille, paraît particulièrement intéressante à un moment de l'histoire de l'humanité où certains pays à densité humaine élevée ne disposent pratiquement plus d'assez de place pour étendre, voire pour maintenir des populations de gros animaux, où l'intérêt pour la protection de la nature et de l'environnement est grandissant, où se dessine un souci de plus en plus vif pour les problèmes liés à la conservation de l'énergie (et la production animale traditionnelle est très gaspilleuse d'énergie).

D'après les annuaires de la production agricole de la F.A.O., les pourcentages annuels de croissance des ressources animales mondiales auraient évolué de la façon suivante entre les années 1975 et 1987:

- ♦ ânes
+ 0,1% soit $39,8 \times 10^6$,
dont 95,9% dans les P.V.D.
- ♦ buffles
= soit $138,4 \times 10^6$,
dont 99 % dans les P.V.D.

- ♦ bovins
+1,2% soit 865×10^6 ,
dont 67,2% dans les P.V.D.
- ♦ camelins
+2,8 % soit 19×10^6 ,
dont 99% dans les P.V.D.
- ♦ caprins
+1,8% soit 500×10^6 ,
dont 94% dans les P.V.D.
- ♦ équins
+0,7% soit 43×10^6 ,
dont 65,4% dans les P.V.D.
- ♦ mules
+1,9% soit $15,2 \times 10^6$,
dont 97,4% dans les P.V.D.
- ♦ ovins
+2% soit 605×10^6 ,
dont 50% dans les P.V.D.

Il est remarquable que l'accroissement moyen des animaux est plus lent que celui des populations humaines, ce qui peut traduire un appauvrissement constant, ou plus probablement une prise de conscience que la place occupée par les animaux pourrait dans d'assez nombreux cas être mieux utilisée, par des cultures par exemple, qui ont un bien meilleur rendement énergétique.

Par ailleurs, les Gallinacées sont pour environ 55 % dans les pays en voie de développement, les porcs pour près de 60 % malgré le grand nombre de pays musulmans, et les canards pour plus de 80 %. Ces chiffres soulignent la part très importante du cheptel mondial se trouvant dans les pays en voie de développement. Malgré cela, les animaux ne jouent pas dans la plupart d'entre eux une place très importante dans le domaine économique mondial.

Plus des 3/4 du bétail (évalué en Unités de Bétail Ruminant Tropical) vivant en Afrique au sud du Sahara se trouve dans les zones sèches:

- ♦ 29,8% dans les zones arides
- ♦ 27,1% dans les zones semi-arides

- ♦ 19,6% dans les zones sub-humides

Dans chacune de ces zones, la répartition du bétail varie. Ainsi, en ce qui concerne les zones arides, c'est en Afrique de l'Ouest, au Botswana et au Soudan que se trouvent les plus fortes concentrations. Mais il y a dans les zones semi-arides d'Afrique de l'Ouest et d'Afrique centrale deux fois plus d'animaux que dans celles d'Afrique de l'Est.

L'importance relative du bétail dans la vie socio-économique varie beaucoup. Elle va, *grosso modo* en diminuant avec l'aridité. Dans l'hyperaride, à l'exception des oasis localisées et de quelques exploitations minières (par exemple pétrole et gaz naturel en Algérie, uranium au Niger, phosphates au Maroc méridional), la seule activité est l'élevage extensif, auquel, du point de vue écologique, on peut associer la chasse (mais le gibier est devenu très rare).

On notera que, contrairement aux plantes dont les nombres chromosomiques varient avec les espèces, ce sont, chez les animaux, avec les groupes que les chromosomes varient (ordres, classes, etc.); ainsi, les Rongeurs ont $n = 20$ à 22 , les Lépidoptères $n = 28$ à 32 , et les Ruminants $n = 30$.

Le problème de l'origine des espèces domestiquées est important, parce qu'on s'aperçoit aujourd'hui que nous sommes en train de passer à grande vitesse dans un monde tout à fait différent. Dans les nouvelles conditions, où de nouvelles techniques sont en train de voir le jour, comme les transplantations, le génie génétique, il est pratiquement certain que nous créerons de nouveaux animaux et de nouvelles plantes répondant plus exactement à nos besoins ou désirs nouveaux. Mais ces créations auront-elles droit au nom d'espèces ? Ne

seront-elles pas de simples cultures de tissus ? A l'élevage ouvert sur de grands espaces s'est déjà substitué dans les pays dits les plus avancés un élevage fermé, dit "en stabulation" ou "hors sol", sans qu'on sache bien quelles en seront les conséquences. Déjà apparaissent des signes inquiétants sur les animaux élevés de la façon la plus moderne, à l'étable, à l'ombre, et avec très peu de mouvement: leurs performances reproductives s'affaiblissent, la naissance du premier petit est plus tardive, l'intervalle entre les naissances s'accroît, il y a davantage d'avortements et de mort-nés. Cependant les efforts continuent pour développer un élevage de plus en plus éloigné des élevages traditionnels sur de grands pâturages: suppression des cornes, amenuisement des membres puisque l'animal n'a plus à se déplacer et que les pattes ne donnent pas beaucoup de viande de qualité, insémination artificielle, nourriture sophistiquée et en même temps simplifiée, etc., sans qu'on sache si l'animal -mais mérite-t-il encore ce nom ?- ne va pas atteindre un degré de stress qui lui sera fatal. Il convient cependant de signaler qu'un mouvement inverse se dessine, notamment en France, où l'on commence à subventionner les élevages extensifs, surtout pour maintenir les paysages par les agriculteurs. Enfin, dans le même temps, scientifiques et spécialistes de la prospective songent à la domestication de nouvelles espèces, et le jour n'est sans doute pas éloigné où le génie génétique permettra de créer des biotypes mieux adaptés à nos besoins. Si l'élevage nomade est né après que la chasse, la pêche et la cueillette aient permis à l'Homme de survivre, on dispose de très peu d'informations sur les lieux exacts et les temps où la plupart des espèces ont été domestiquées. PAYNE (1970) a émis l'hypothèse que la domestication des bovins avait dû se faire dans des lieux où l'homme et des races sauvages de bovins vivaient côte à côte, comme ils devaient le faire dans les plaines d'inondation des zones semi-arides; le fait qu'on ait retrouvé pas mal de restes de bovins domestiques anciens dans les

plaines alluviales du Nil, du Tigre et de l'Euphrate vient à l'appui de cette théorie. Ça n'est qu'il y a 10 000 ans environ que l'Homme semble avoir découvert la possibilité, avec le renne, de gérer des ongulés qui vivent en troupeaux compacts, et ce fût une vraie révolution néolithique (BASKIN, 1974). Les premiers ongulés à avoir été domestiqués semblent toutefois avoir été des ovins et des caprins, et les témoignages les plus anciens s'en trouvent à Belt Cave, en Iran, où les restes de pores et de bovins n'apparaissent qu'environ 500 ans plus tard.

Selon HAUDRICOURT et HEDIN (1987), les populations humaines nomades, d'Afrique en particulier, seraient dérivées de populations agricoles sédentaires que des sécheresses ou d'autres altérations climatiques auraient obligé à se déplacer. Il est remarquable qu'en Amérique du sud, avant l'arrivée des Européens, les populations étaient agricoles; seuls, les Quichua des Andes vivaient de l'état pastoral, en pratiquant l'élevage de Camelidés andins ancêtres du lama.

Cependant, les plus anciennes formes de combinaison de l'agriculture et de l'élevage existaient au Proche et au Moyen Orient dès le VII^{ème} millénaire avant J.C., ainsi qu'au Mexique, en Chine et en Afrique. Chez les agriculteurs d'Égypte, dont on a retrouvé les restes au Fayoum, à Tasa, à Mérimde, qui vivaient le long de la forêt-galerie qui longeait le Nil, on pratiquait chasse et cueillette, mais ils possédaient aussi des animaux domestiques: boeuf, mouton, chien, et un peu plus tard porc. Ce dernier disparut de la vallée inférieure du Nil avec la seconde civilisation néolithique, qui correspondit à un climat beaucoup plus sec et où l'agriculture devint irriguée. Dès le troisième millénaire, la vigne et le figuier existaient en Égypte, où ils avaient été apportés du Moyen Orient, et ils y étaient cultivés; leurs feuilles étaient utilisées comme fourrage, sans doute surtout en saison sèche et dans les établissements un peu éloignés du fleuve où l'irrigation était bien

peu répandue. L'olivier n'arriva en Égypte qu'au Nouvel Empire et les peintures murales attestent que ses rameaux furent tout de suite donnés comme fourrage au bétail. Il en fut de même avec beaucoup de fruitiers: à ces époques anciennes, les arbres fruitiers n'avaient pas encore fait l'objet de longues sélections et les fruits étaient plus petits; c'est peut-être pour cela qu'on leur attribuait moins d'importance dans l'alimentation humaine et qu'on les donnait plus volontiers aux animaux domestiques, pour lesquels par ailleurs, les cultures fourragères n'avaient pas encore été inventées. La traction animale a fait son apparition vers -2000, à l'âge du bronze en Europe, et la charrue en fer avec une roue est connue dès les années -750, à l'âge du fer européen.

Il se pourrait bien que l'une des premières espèces animales semi-domestiquées ait été le chien, que l'homme préhistorique aurait associé progressivement à ses chasses. Le cheval et les bovins sont venus plus tardivement. En ce qui concerne l'origine du dromadaire, *Camelus dromedarius*, son ancêtre sauvage est éteint, mais les recherches des archéologues ont montré que sa domestication ne remonterait qu'à 3500 ans avant J.-C., et se serait faite autour des puissantes villes qui existaient entre -7000 et -2000 sur le littoral au nord-est de l'Arabie, tandis que le climat s'aridisait et que la végétation changeait d'une savane à une pseudo-steppe semi-désertique.

Mais revenons à la période actuelle. Dans certaines régions du Bangladesh, comme dans le District de Mymensingh (BHUYIA, 1990), la force de traction animale est actuellement le premier des services que rendent les bovins d'élevage. Elle est d'ailleurs insuffisante, et 50% des animaux de traction utilisés sont en fait des vaches laitières. Seulement 85% des foyers estiment que sont satisfaits leurs besoins en traction animale. Il y a peu d'entraide entre les différents foyers, parce que la coutume n'invite pas les habitants à coopérer

entre eux. Cependant, il n'y a ni problème d'insuffisance de main-d'œuvre, ni jachères trop étendues causées par l'impossibilité de travailler le sol; aussi, lorsque les paysans signalent l'insuffisance de la traction animale parmi les contraintes auxquelles ils sont soumis, ils expriment plutôt leur désir pour une amélioration de leurs conditions de vie qu'une contrainte réelle qui les empêcherait de tirer un bon parti de leurs terres. L'une des raisons majeures qui empêche d'accroître le nombre des buffles utilisables pour les labours est l'insuffisance de fourrage. Pour aider à y remédier, tout en contribuant à la restauration de la fertilité du sol, qui est un problème majeur dans le District de Mymensingh, les chercheurs de l'Université agricole du Bangladesh s'efforcent de mettre au point un système à base de *Sesbania rostrata* utilisé comme une culture relai enrichissant le sol et fournissant du fourrage pour le bétail, y compris les oiseaux de basse-cour, qui sans cela sont souvent étiques et sujets à de nombreuses maladies, souvent mortelles.

La même insuffisance de traction animale se retrouve au Kenya, dans la Province centrale notamment. La taille moyenne des exploitations est seulement de l'ordre de 1,94 ha, aussi ne peut-on y entretenir plus qu'une vache laitière et une ou deux têtes de petit bétail pour fournir de la viande. Leur entretien se fait surtout sur le bord des routes, souvent fort loin de l'exploitation, et seul un petit nombre d'agriculteurs utilisent des aliments de supplément qu'ils achètent, pour augmenter la production laitière de leur vache. L'intérêt pour l'agroforesterie est certain, surtout parce que l'agriculteur y voit une possibilité d'accroître ses ressources fourragères: haies fourragères en bordure de champs, plantations d'arbres fourragers en bordure de route, petits boisements fourragers sur les rares exploitations qui disposent d'assez d'espace pour le faire, cultures en allées avec des haies fourragères, etc. Mais c'est une solution à bien court terme. En

effet, avec le taux d'accroissement courant de la population et l'impossibilité d'ouvrir de nouvelles terres de bonne qualité à la culture, il faut prévoir que la taille des exploitations (qui nourrissent chacune de 5 à 10 personnes) va continuer de diminuer et qu'il ne sera bientôt plus possible d'y entretenir fut-ce une seule vache laitière. On assistera alors vraisemblablement au remplacement des vaches par des chèvres et des brebis, puis à l'abandon de plus en plus marqué de la production laitière pour l'élevage de petits animaux ne demandant que peu d'espace, lapins, poulets, abeilles, etc. C'est à peu près ce qui est en train de se passer au Burundi et au Rwanda, où la taille des exploitations est devenue quelquefois si petite (0,19 ha pour une personne!) que certains habitants peuvent à peine survivre, et où les vastes troupeaux de bovins des Tutsi ont fait place à des bovins isolés et de plus en plus élevés au piquet, progressivement remplacés par des caprins, mais ceux-ci, s'ils peuvent donner à l'étable une quantité de fumier appréciable, ne peuvent rendre les mêmes services de traction que donnent les bovins.

Des animaux, pour quoi faire ?

Dans une note de 1815, le Préfet des Hautes Alpes, en France, indiquait que le rapport d'une chèvre était de 1 pour la laine, de 1 pour la viande, et de 5 pour le fumier. Les proportions ne sont plus les mêmes en France, mais le rôle de producteur de fumier et de monnaie d'échange reste important, voire essentiel, dans nombre de pays en développement. L'image qu'on se fait d'une espèce animale peut varier. Ainsi la chèvre, dont certains ont assimilé le mâle au Diable, a été honnie longtemps pour les forestiers à cause de son aptitude à brouter; elle est aujourd'hui recommandée par eux pour entretenir les parc-feu et pour contrôler le sous-étage. Une amusante évocation en avait été faite par LIEUTAGHI (1972): "la chèvre grapille, touche à tout, préfère la broussaille aux

herbages, les feuilles et les jeunes pousses des ligneux aux herbacées. Qui n'a vu cet animal à l'oeil étrange, démoniaque disent certains, dédaigner l'herbe grasse d'un pré pour tenter d'atteindre, dressé sur ses pattes de derrière, les basses branches d'un pommier ou d'un mûrier? Solitaire ou en troupeau, elle fait preuve d'indépendance, va jusqu'à tenir tête au chien, et ses arguments sont redoutables. Rien de commun avec le mouton peureux, passif. Une bande de chèvres a tôt fait de s'égailler; l'une grimpe à un arbre propice à l'escalade, l'autre s'aventure sur une pente abrupte où quelque touffe la sollicite. Mangeuse de feuilles d'arbres, de jeunes branches et d'écorce, dévoreuse de bois, la chèvre a un palais assez résistant pour broyer sans mal la ronce, la jeune prunelle, la pousse de chêne kermès ou de houx. Insensible, en outre, à beaucoup d'espèces irritantes ou vénéneuses (on a relaté des cas d'intoxication chez l'homme par du fromage de chèvre où avait passé, via le lait, quelque poison végétal alors que l'animal n'avait nullement souffert!), elle complète la tonte rase des moutons en détruisant les végétaux qu'ils délaissent. Comme ovins et caprins sont menés ensemble au pâturage depuis des millénaires, leur association a été la pire épreuve qu'ait eu à subir, après les feux, le tapis végétal méditerranéen."

Les animaux peuvent être utilisés à bien des fins, ce qui explique en partie la relative diversité des espèces qui sont élevées. Encore que l'Homme n'utilise qu'une toute petite fraction du capital génétique à sa disposition. On peut citer comme mode d'exploitation des animaux inhabituel un retour offensif des chevaux sur les pâturages européens, spécialement en France, lié à la fois à une augmentation de la consommation de viande de cheval et à un grand développement de l'équitation, surtout de l'équitation de promenade au long cours. Une autre exploitation peu courante est l'utilisation des éléphants, surtout en Asie mais aussi au Zaïre, pour extraire des grumes de la forêt, et

l'importation de muets algériens dans le Parc national des Cévennes (France) pour la même fin. Une étude effectuée au Malawi a montré que pour tirer des troncs, un tracteur coûte 3,5 fois plus que des boeufs en zone accidentée, et 7,6 fois plus en terrain plat. Avec un tracteur la part des produits importés est 59 fois plus grande en zone accidentée et 99 fois plus en terrain plat. Dans la forêt aussi l'avantage est très nettement en faveur de la traction animale.

Les objectifs de l'élevage ne se trouvent pas toujours dans les statistiques officielles. Ainsi, en Suède, estime-t-on que 20% de la viande consommée localement ne figure pas dans ces statistiques: il s'agit essentiellement de viande d'élan, produite par les Saami, dont bon nombre sont encore nomades, bien que leurs communautés les plus importantes soient sédentarisées dans les villes, à Stockholm en particulier (HJORT, 1990). De même certains produits de l'élevage, importants économiquement, n'apparaissent pas dans ces statistiques. Ainsi, les bois de renne, qui sont récoltés annuellement, représentent un cinquième du revenu total de l'élevage de cet animal depuis que des immigrants temporaires du Moyen Orient leur ont découvert il y a quelques années de pré-tendues propriétés contre l'impuissance sexuelle (HJORT, *l.c.*).

Dans le sud-central du Chili, les "campesinos" des petites exploitations (ALTIERI et FARRELL, 1984), qui ne possèdent guère qu'un hectare, élèvent surtout des poulets; ils élèvent aussi, dans des cages placées sous les arbres de leur verger (figuiers, loquats, cerisiers, abricotiers, cognassiers, oliviers, citronniers, etc.), des lapins, dont les excréments, mêlés à de la sciure de bois, servent d'engrais au verger et au potager (tomates, courges, oignons, melons, etc.). Au contraire, les agriculteurs plus aisés de la même région, qui peuvent posséder une douzaine d'hectares, élèvent aussi des vaches et des abeilles. Sur une exploitation de 12 ha à 10 km à l'est de Temuco, le paysan satisfait les

besoins de sa famille en nourriture, en vêtements, en logement et en argent courant. La ferme comprend environ 5 ha de pâturages où sont entretenues 3 vaches laitières qui donnent une douzaine de litres de lait par jour. Il y a aussi 26 ruches, qui donnent en moyenne 280 kg de miel par an, soit à peine plus de 10 kg de miel par ruche, et les poules produisent 10 à 11 oeufs par jour. Les déjections des animaux ou "guano" sont compostées avec les déchets des récoltes pour une utilisation ultérieure dans la fertilisation des cultures. Au sud de Temuco, on trouve une ferme où des porcs sont lâchés dans les champs de courges, où, sans apparemment causer de dommages aux cultures, ils se nourrissent des mauvaises herbes. Dans cette même exploitation, on lâche des oies dans des champs de carottes récemment semées pour les débarrasser de leurs mauvaises herbes telles que *Chenopodium album* et *Amaranthus* sp. pl. dont *A. spinosus*. Par ailleurs, on utilise les vergers fruitiers pour élever les animaux, notamment dans la région chilienne de Temuco - Pitrufquen. Ils contrôlent le sous-étage et fertilisent le sol. On élève ainsi bovins, ovins, porcs, poulets, dindes et même lapins. Dans certains cas, les

herbes et sous-arbrisseaux qui poussent sous les arbres à fruits et à noix constituent une part non négligeable de l'alimentation des animaux. Dans la région de Talca, il se pratique des échanges entre agriculteurs et éleveurs: les bergers sont autorisés au printemps à paître leurs animaux sous les fruitiers, ce qui élimine les plantes concurrentes et fertilise le sol, en échange de quelques agneaux nouveaux nés. Dès que la végétation herbacée commence à se dessécher, les moutons sont enlevés des vergers et conduits vers les pâturages d'altitude. Cette formule est voisine de celle qu'on trouve encore dans les Cévennes, en France méridionale, et dans de très nombreuses régions sises à proximité de montagnes. Le paysage du sud-centre du Chili contient beaucoup de brise-vent, qui servent d'abri au bétail et aux cultures, notamment au printemps lorsque des vents froids descendent des Andes. De même, pour servir d'abri au bétail contre les fortes chaleurs de l'été, presque tous les pâturages de la région sont marqués par la présence d'arbres isolés laissés à délibérer. Au Chili central, les "campesinos" utilisent les végétaux ligneux comme source de fourrage, notamment

Des animaux, pour faire quoi ?

Des dromadaires ont été importés en Australie dès 1855. Ils sont pour la plupart redevenus sauvages. On en comptait environ 20 000 vers 1960, sur $1,5 \times 10^6$ km².

Ils se nourrissent de *Racosperma aneurum* et de certains eucalyptus à des hauteurs au-dessus du sol où ils ne sont pas en compétition avec d'autres animaux. Ils peuvent survivre sans boire pendant des mois en saison fraîche s'ils broutent *Calandrinia halonensis* ("parahecyba").

Ils ont servi à l'exploration de l'Australie, mais ni pour la viande ni pour le lait ni pour les labours. Attelés jusqu'à 20 par chariots, ils ont pendant plus de 30 ans transporté jusqu'au chemin de fer toute la laine des stations moutonnères éloignées; ils étaient plus économiques que les chevaux ou les ânes.

En 1925, le Camels Destruction Act les a considérés comme nuisibles et on en a tué des milliers. Puis la sécheresse de 1961-1962, correspondant à l'extension du réseau routier, a entraîné des milliers de morts (1150 à 3 points d'eau !). Jusqu'en 1960, des postiers l'ont utilisé, avec la "pakra saddle" ou selle à deux places, l'une derrière l'autre.

Source: d'après WILSON, 1983

Acacia Caven et *Prosopis chilensis* (OVALLE, 1986) surtout dans les pâturages d'altitude des Andes, où les arbres, les arbustes et les arbrisseaux naturels sont broutés par les caprins.

Dans le même temps que des efforts sont faits pour développer la production laitière dans les pays en voie de développement, de nombreux pays riches surproduisent. Ainsi, dans les pays de la Communauté européenne, où le soutien aux produits laitiers permettait vers 1983 d'augmenter la consommation de poudre de lait écrémé pour nourrir les veaux, d'accroître les exportations en les subventionnant, et de fixer un prix indicatif pour le lait et des prix d'intervention (DOYERE, 1984). Comme le budget de la Communauté ne suffisait plus, on a décidé de limiter la production en fixant des quotas pour la réduire, qui dépassait 100 millions de tonnes en 1983. Dans le cas de la France, par exemple, la réduction de la production devait être de 2% entre avril 1984 et mars 1985, soit 500 000t de lait en moins. Mais comme l'accroissement annuel de la production était aussi de 2%, il fallait en fait diminuer la production globale de 1 000 000 t. Pour le producteur moyen, cela est revenu à diminuer sa production de 1200 kg.an⁻¹ par vache, soit le tiers ou le quart de la production moyenne d'une vache laitière moyenne, une vache de bonne qualité donnant aujourd'hui jusqu'à 7000 kg de lait par lactation dans de bonnes conditions.

Les écologistes se réjouissent de ce que certaines sociétés fabriquant des emballages aient annoncé qu'elles allaient lancer sur le marché des plastiques biodégradables. On peut s'en réjouir, mais il faut savoir que cette action n'est pas désintéressée. De même qu'il existe de gros excédents de produits laitiers dans les pays riches, il y existe aussi des excédents céréaliers, comme le rappelle SASSON (1986). Ceux-ci posent de plus en plus de problèmes au fur et à mesure qu'il y a de moins en moins de pays importateurs solvables. Parmi les

moyens d'écouler ces excédents, qui, si le rythme actuel d'accroissement de la production continue, pourraient dépasser 50 000 000 t.an⁻¹ dans la seule Communauté européenne, il y a l'emploi de l'amidon dans la fabrication du papier et dans les chlorures de polyvinyle: avec 65% d'amidon, les plastiques produits peuvent se décomposer en 30 à 120 jours. Par ailleurs, l'amidon peut servir de substrat pour les cultures de micro-organismes qui produisent des vitamines, des protéines, et des antibiotiques. Il peut aussi servir de matière première pour la production de glucose, de fructose, de sorbitol, des acides acétique, propionique, citrique et lactique, et surtout d'éthanol qui peut servir de carburant (ORSKOV, cité par SASSON, 1986), ce qui représente un intérêt certain en cas de crise pétrolière ou de menace de crise (occupation du Koweït par l'Irak, août 1990).

Les bovins tropicaux consomment plus de paille que ceux des pays tempérés. En conséquence, le volume de leur système digestif dépasse 30% du volume total de leur corps, alors qu'il est de 20% chez les bovins européens. Le Rowett Research Institute d'Aberdeen (Ecosse) s'intéresse à la sélection de bovins ayant un tube digestif de plus grand volume que la normale et pouvant de ce fait consommer plus de paille. Il faut souligner à ce sujet la grande souplesse de la recherche dans les pays développés, où elle s'adapte très vite à des conditions nouvelles, et où elle n'hésite pas à explorer des voies peu classiques. Vers 1960, la Station agronomique du Domaine de Lavalette, près de Montpellier (France), mettait au point des sorghos fourragers à très lourds épis et à tiges très courtes à partir de collectes faites au Soudan, où l'on recherche au contraire les longues tiges pour couvrir de chaume le toit des maisons, et où le goût de chaque variété locale a plus d'importance que la productivité, parce que le sorgho est consommé par les humains et pas par les animaux. En 1990, la même Station s'oriente vers la sélection des sorghos à longs entre-nœuds pour des

usages industriels, tout en conservant grains et paille de bonne digestibilité pour l'alimentation des ruminants.

La majorité des Camerounais pratique à la fois l'agriculture et l'élevage, comme le rappellent M'BAH *et al.* (1986). En général, c'est l'espace que l'Homme ne peut pas utiliser à d'autres fins qui est occupé par l'élevage. Les ruminants sont en principe capables de tirer parti de l'espace qui ne convient pas à d'autres activités. Ils convertissent la cellulose des pâturages en produits utilisables par l'Homme, ce que celui-ci ne peut pas faire. De plus, le bétail et la volaille savent utiliser des déchets en provenance d'espaces cultivés et rejetés par l'Homme, tels que des résidus de la culture et sous-produits de l'industrie agro-alimentaire. Mais on doit souligner en contrepartie l'importance des dégradations du sol par le compactage, et de sa fertilisation par les excréments. Dans les statistiques officielles, la part du territoire attribuée à l'élevage - quand elle figure - est souvent sous-estimée car elle ne tient pas compte de ce que les animaux utilisent les jachères après enlèvement des récoltes et, souvent, une partie du territoire qui est classée comme "forêts". Il en résulte que le "rendement" du cheptel est au total moins bon encore qu'il n'apparaît dans les statistiques, puisque les animaux ont besoin de plus d'espace qu'il n'y est indiqué.

CERULLI (1959) indique qu'autrefois les chefs traditionnels du nord de la Somalie avaient le droit et le pouvoir d'interdire l'usage d'un pâturage (xirmo) pour une certaine période de temps afin d'y laisser pousser l'herbe: une infraction était pénalisée. Parcellement, le Sultan pouvait mettre en défens des collines boisées (xayran) et interdire toute coupe de végétaux ligneux pendant une certaine durée: le bois appartenait collectivement au groupe usager habituel du territoire en question; cependant, les collines boisées de gommiers, *Acacia Senegal*, d'encens, *Combretum ghazalense* et autres espèces, ou de baumiers, *Commiphora* sp. pl. et notamment *C.*

Myrrha, producteur de myrrhe, échappaient à ce pouvoir: soumis à l'approbation individuelle, les droits d'usage et de récolte étaient exercés ou mis en vente par le seul propriétaire.

Au cours des incursions que nous avons faites en 1964 dans le Nord du Yémen, nous avons admiré la rigueur avec laquelle les pâturages arborés étaient réglementés. Il s'agissait de pentes drues peu herbeuses sur lesquelles se trouvaient entre un et trois arbres à l'hectare, remarquables d'ailleurs, puisqu'il s'agissait de *Juniperus phoenicea*, une relique méditerranéenne. Le pâturage était tournant et affecté par rotation à des groupes tribaux par le Conseil des chefs de tribus. Lorsqu'un troupeau pénétrait hors de son tour sur une parcelle qui aurait dû rester au repos, les animaux étaient tués au fusil...et leurs gardiens aussi, par les membres d'un autre groupe tribal, qui y trouvait une occasion de maintenir sa forme au tir, sans que personne y trouvât rien à redire!

L'affaiblissement de la discipline pastorale d'autrefois est dû notamment au développement d'un pastoralisme commercial non accompagné d'une augmentation de la productivité, et facilité par la multiplication des points d'eau que peuvent utiliser ceux qui peuvent payer et non plus seulement comme autrefois ceux qui les ont creusés; ceci a permis la création d'une classe de nomades sans droits de parcours traditionnels, d'une classe de marchands avec des troupeaux, et d'une classe de colons paysans propriétaires de bétail, qui disputent les pâturages à ce qui reste de pastoralistes traditionnels.

Inversement, on peut se demander si l'utilisation pastorale de certains terrains marginaux pour l'élevage est toujours fondée. Par exemple, dans les médiocres savanes pyrophiles sur terrain arénacé des Antandroy, dans la région de Miadana, à Madagascar, il se pourrait bien que le modèle très lâche d'exploitation actuel, par des troupeaux errants et par le ramassage d'un peu de

vin de palme tiré d'*Hyphaene Shitan* soit un jour remplacé par des plantations de ce palmier en vue de son exploitation rationnelle pour en tirer du vin de palme et pour en faire des nattes et des paniers. En attendant que la pression de la population environnante devienne assez forte pour obliger à un mode d'aménagement, on peut se demander avec AUDRU *et al.* (1973) si ce palmier est une providence ou une peste végétale.

Un autre exemple de variation de l'utilisation des pâturages marginaux se trouve dans les montagnes françaises. Il y a quelques dizaines d'années, toutes les terres d'altitude exploitables en pâturage y étaient mises en valeur par l'élevage. Puis est venue une période où l'attraction des zones de plaine et la recherche d'une vie plus facile ont entraîné l'abandon des pâturages les moins bons et leur envahissement par des broussailles. Depuis quelques années, on assiste à un retour sur ces terres d'un nouveau type d'exploitants: il s'agit quelquefois d'écologistes purs et durs, ou de "baba cools", mais le plus souvent d'agriculteurs jeunes et compétents qui surveillent de très près la rentabilité de leur exploitation et calculent au plus juste le type de mise en valeur qu'ils choisissent, affectant les terres placeau par placeau à des usages variés leur permettant d'en obtenir le maximum de revenus, souvent juste assez pour vivre, et mêlant divers types d'utilisation, par exemple tourisme d'hiver avec élevage, ou agriculture, élevage sur certaines parcelles, et production forestière spécialisée, comme la production d'ébauchons pour pipes. L'élevage de chevaux profite de cette renaissance dans certaines régions, notamment parce que l'on connaît mieux que dans le passé les besoins de l'animal et surtout les espèces qu'il préfère pour se nourrir. Ainsi, dans la moyenne montagne alpine sèche (PREVOST et ROSSIER, 1985), le cheval consomme les branches d'églantier, de buis, de chêne pubescent et d'érable à feuilles d'obier. Il utilise les basses branches de chêne pubescent et de nombreux arbustes pour se grater, une acti-

vité qui lui est indispensable. Il affectionne les massifs de genêt cendré pour faire ses déjections. Il montre une grande capacité à ouvrir des broussailles au pâturage par son piétinement et par ses prélèvements sur les strates arbustive et arbrissellée de milieux qui étaient fermés. Il peut donc jouer ainsi un rôle important dans la réouverture à d'autres espèces animales d'anciens pâturages qui avaient été abandonnés.

Les systèmes les plus efficaces en termes d'énergie sont ceux où le rapport E/I des extrants sur les intrants est supérieur à 10, comme l'a rappelé LEACH (1976). Ce sont pratiquement les systèmes paysans de production où les intrants énergétiques sont largement humains et non provenant de combustibles fossiles (BOWMAN, 1977). Dans une tranche intermédiaire ($1 < E/I < 10$) on trouve avec des intrants faibles (2 à $10^9 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$) les cultures semi-industrielles et avec des intrants supérieurs à $20^9 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ les cultures industrielles. Les productions des animaux ont un mauvais rendement, avec $0,1 < E/I < 1$ et des intrants variant de 2 à $5 \cdot 10^9 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ (fermes ovines) à 20 ou $50 \cdot 10^9 \text{ J} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ (élevages bovins et porcins), les plus mauvais taux d'énergie se trouvant avec la production d'oeufs et de volailles ($50 < E/I$).

La comparaison de l'efficacité dans l'utilisation des protéines absorbées montre que pour la plupart des animaux le plafond des performances potentielles n'augmentera que de moins de 100% par rapport aux résultats de l'année 1975 (BOWMAN, *l.c.*). Cependant, les moutons tripleront leurs performances biologiques, mais resteront les plus médiocres des convertisseurs de protéines et demeureront relativement inefficaces par rapport aux autres animaux d'élevage. L'efficacité relative de l'utilisation des ressources animales et végétales pour fournir à l'Homme des produits animaux de consommation ne semble pas devoir changer beaucoup. Mais, dans les méthodes en cours de mise au point par les chercheurs, l'étude

Thermorégulation

Au sein d'une même espèce animale, il peut y avoir de grandes différences individuelles dans la thermorégulation. Sur un troupeau de brebis Mérino, 20% restent au soleil plus longtemps que les autres, ces 20% ont des températures rectales plus élevées et des rythmes respiratoires plus faibles suggérant qu'ils sont plus thermophiles. Par contre, les animaux qui se mettent à l'ombre consomment 24% de fourrage et 33% d'eau en plus, aussi bien à 20°C qu'à 50°C.

Une corrélation possible entre les préférences pour l'ombre et les besoins alimentaires accrus suggère que le comportement vis-à-vis de l'ombre peut être lié à des différences dans l'adaptation nutritionnelle.

Source : JOHNSON, 1987

du stress des animaux pourrait amener à d'importantes modifications. Si l'Homme, notamment au Danemark, en Grande-Bretagne, aux Pays Bas, s'efforce de produire toujours plus sur des surfaces réduites, en encageant les animaux, en leur coupant les cornes et la queue, en les éclairant artificiellement, voire en les dopant, il n'est pas certain ni que la qualité des produits s'améliore, ni que les animaux s'en trouvent bien. Et peut-être faudra-t-il donner plus d'importance dans un proche futur à la question: "L'Homme doit-il exploiter les animaux et jusqu'à quel niveau ?" Nombreuses sont les indications que les animaux sont qualitativement sur-exploités.

Distribution des animaux et niches

De même qu'on établit des idéotypes des végétaux ligneux qui conviendraient le mieux à un environnement déterminé, on peut établir une sorte de portrait robot de l'animal idéal pour un environnement déterminé. Par exemple, les animaux qui conviennent pour l'utilisation des terres à pâturage en régions arides et semi-arides chaudes doivent présenter les caractères suivants :

- ♦ ils doivent être capables de survivre, et si possible de produire, avec un affouragement variable au cours des saisons, et de qualité souvent médiocre,

- ♦ ils ne doivent pas être exigeants en eau et doivent si possible être à même de ne pas boire tous les jours,
- ♦ ils doivent pouvoir supporter des températures élevées, un ensoleillement fort, et un degré d'humidité très bas pendant plusieurs mois, sans que leur productivité soit trop diminuée,
- ♦ leurs jeunes doivent se développer très rapidement pour pouvoir être en état de supporter rapidement les sévères conditions climatiques de la première saison sèche,
- ♦ en se nourrissant uniquement des végétaux des parcours, ils doivent être capables de donner des produits vendables, et, d'une façon plus générale, de permettre à leur propriétaire de vivre.

Remplir toutes ces exigences simultanément n'est pas commun. Le dromadaire est certainement, parmi les animaux domestiqués qui existent, une des espèces les plus proches de ce portrait robot. Certaines espèces sauvages le sont également. Par contre, les bovins sont mal adaptés à cet environnement.

Dans les magasins d'aliments naturels de Tucson (Arizona, E.U.A.), on vante la qualité de la viande, parce qu'elle provient d'animaux qui ont pâture sur des terres sans fertilisants chimiques, qui ont bu l'eau des torrents de montagne non pollués, qui ont respiré l'air pur de la montagne, et qui ont été élevés dans un environnement entièrement na-

turel. Cependant, du point de vue de l'environnement, la libre pâture du bétail est un désastre. De nos jours, on n'en est plus, dans l'ouest des E.U.A., à une loi imposée à coups de poings par les ranchers, comme dans les "westerns". Mais ce sont toujours les ranchers qui font la loi. L'industrie pastorale contrôle toujours l'Ouest, socialement, politiquement et économiquement. Un fort pourcentage d'hommes politiques sont intéressés au ranching, souvent directement, et il n'est pas rare que le superviseur d'un comté, un gouverneur, un représentant de l'Etat ou même celui de la Fédération soient tous ranchers. L'ancien président Ronald REAGAN était lui-même un rancher.

Sur les 11 Etats de l'Ouest, on compte 43% de terres publiques où pâture le bétail de 23 000 ranchers (soit une moyenne de 4 803 ha de terrains publics pour chaque rancher); ce pourcentage varie comme suit suivant les Etats :

86,6 %	au Nevada
66,1 %	en Utah
63,9 %	en Idaho
52,2 %	en Orégon
48,4 %	au Wyoming
44,9 %	en Arizona
44,8 %	en Californie
36,4 %	au Colorado
33,9 %	au Nouveau Mexique
29,6 %	dans l'état de Montana
29,4 %	dans celui de Washington

Par ailleurs, 72% des terres non fédérales sont également pâturées par le bétail ! Le bétail pâture non seulement sur les herbages, mais dans les zones abandonnées ou désertiques, dans les forêts, les broussailles, les terres humides, les refuges de faune, les réserves militaires, les aires de récréation, les zones protégées, et même dans quelques Parcs et Monuments nationaux, presque dans chaque lieu où il y a assez de fourrage ou de brout pour qu'y vive une vache.

Les ranchers privilégiés qui avaient un permis officiel de pâture payaient 1,54 U.S.\$ par mois et par tête de bétail

en 1988 pour avoir le droit de paissance, soit le cinquième du prix du marché. Le Trésor recevait ainsi $9,2 \cdot 10^6$ U.S.S de taxes de pâturage en 1985, alors qu'il dépensait plus de $100 \cdot 10^6$ U.S. sur les seuls programmes pastoraux. On note comme signe évident de la forte politisation du problème le fait que la loi impose à ceux qui veulent se protéger du bétail de construire des clôtures, et non pas aux propriétaires du bétail de le faire! C'est un peu comme si l'on demandait aux pêcheurs qui pêchent de la pollution des rivières d'assurer les frais de nettoyage de celles-ci, au lieu de forcer les responsables de la pollution à le faire. Sous le prétexte qu'ils sont des prédateurs, des compétiteurs ou des nuisances, on détruit un grand nombre d'animaux sauvages, tels que loups, ours, lions de montagne, lynx, coyotes, aigles et autres oiseaux de proie. Pour ce faire, on utilise des pièges ou du poison et on estime qu'au moins 2/3 des animaux détruits ne sont pas ceux qu'on visait! On tue ainsi l'antilopapre, le mouflon du Canada, le daim et l'élan, sans discrimination, ainsi que les chevaux sauvages... mais rien n'est fait pour limiter le bétail, qui cause des dommages réels. On jette à partir d'avions des poisons pour tuer massivement les lapins, les rats, les écureuils, les rongeurs en général, et on détruit ainsi avec de dangereux insecticides les sauterelles qui sont symptômes de surpâturage, aussi bien que les aphides, les fourmis récolteuses, et certains Insectes utiles. Si bien qu'on peut dire que le pâturage du bétail est dans l'Ouest américain l'ennemi numéro 1 de la faune sauvage.

Une telle utilisation quasi exclusive des terres publiques par les éleveurs aux frais et dépens de toute la communauté n'est malheureusement pas une exception: c'est elle que l'on trouve presque partout dans les terres arides et semi-arides du Tiers Monde, mais les charges directes, financières en particulier que supporte la communauté sont ici très réduites, voire nulles. Par contre, les charges indirectes, et notamment celles liées à la destruction des équilibres na-

turels par une exploitation souvent excessive sont réelles.

Les effets possibles des herbivores sur les sols, les eaux et les arbres sont résumés dans le tableau 24. L'ouverture de la forêt aux troupeaux peut aussi avoir des conséquences immédiates et à long terme. Ainsi dans le massif d'Oku, au Cameroun (ENGREIF / ENSA, 1987) un système d'élevage en forêt s'est mis en place il y a seulement une quinzaine d'années. On pratique l'élevage traditionnel de case de petits ruminants, attachés ou quelquefois parqués pendant la saison des pluies, quand les parcelles sont en culture. Mais l'augmentation du nombre des animaux a obligé à pâturer dans des zones vivrières d'où de nombreux conflits (de femmes, car elles sont les gestionnaires de l'espace vivrier): la tradition autorise la femme à abattre ou à confisquer l'animal qui a fait des dégâts dans sa parcelle. D'où vers 1976, un essai de pâturage en forêt: aujourd'hui, un groupement formel a été établi qui concerne 100 éleveurs (dont seulement une trentaine d'inscrits) faisant pâturer 10 000 bêtes en forêt toute l'année (chèvres et moutons). Les épidémies sont rares car les troupeaux vivent en forêt, qui est "saine", et isolés les uns des autres. Il n'y a pas de gardiennage mais une surveillance régulière. Les parcelles sont immenses, s'appuyant sur des limites régulières et quelquefois sur des clôtures en bambous et en perches entrelacés. Une cabane par enclos et près de la cabane un parc pour les bêtes nouvelles achetées ou malades ou blessées. On y distribue du sel et des compléments alimentaires. On sait peu sur la gestion... mais les éleveurs sont en train de s'approprier la forêt qui était à tous.

Ce genre d'exploitation destructrice de l'environnement se situe en quelque sorte à l'opposé de certains efforts qui sont faits, notamment en Europe, pour trouver un mode d'exploitation durable et "naturel" à certains types de végétation dont l'exploitation traditionnelle n'est plus assurée, généralement parce qu'elle n'est plus rentable, et éviter

qu'elles ne soient envahies par une végétation secondaire inutile, voire nuisible. C'est ce qui se passe pour essayer d'utiliser pastoralement et touristiquement des taillis de chêne vert dans le sud de la France. Ainsi, à Saint Jean de Buèges, dans l'Hérault (France), MOULIS et HETIER (1988) ont montré qu'un peuplement de chêne vert, qui était utilisé il y a encore quelques dizaines d'années pour fournir du bois de chauffe sous un régime de taillis, pouvait être valorisé par le propriétaire en y élevant des brebis mérinos et croisées mérinos. Le boisement est traité par des éclaircies et des débroussailllements spécifiques afin de renforcer l'offre pastorale aux périodes de pâturage prévues et pour conserver le potentiel de production du taillis en bois de chauffe, étant donné l'intérêt grandissant à nouveau pour ce mode de chauffage. Il est en effet connu depuis quelques années qu'en raison des fluctuations du prix des carburants pétroliers et surtout par goût pour ce qui est rustique, les cheminées font partie de toutes les constructions modernes, essentiellement résidences ou résidences secondaires, dans la région des garrigues, et de toutes les réhabilitations d'habitats anciens. Du point de vue pastoral, la garrigue est divisée en parcs clôturés sur lesquels les animaux sont conduits en rotation avec une complémentarité en foin (charge animale instantanée: environ 20 ovins par hectare; durée du séjour: 7 à 12 jours). A partir de la seconde année, les recouvrements de la végétation ont une tendance générale à rester stables.

On peut, en s'appuyant sur des études écologiques détaillées, et comme l'a montré HETIER (1988), déterminer pour chaque nature de parcelle dans une exploitation, et en particulier en fonction de son degré de recouvrement ligneux et de la nature de celui-ci, quelle doit être sa place dans la constitution d'une chaîne de pâturage. Il s'agit d'utiliser chaque parcelle au mieux de ses capacités, d'abord fourragères brutes, mais aussi en tenant compte des variations saisonnières dues par exemple à l'exposition

Impact	Effets	Conséquences générales	Conséquence pour les ligneux
1. Réduction de la couverture vivante et de la litière	+ surface de sol dénudé - de la litière - croissance des racines	+ insolation + vent + exposition à la pluie + température du sol + température au-dessus du sol + évaporation - infiltration + ruissellement + déflation + possibilités d'érosion - matière organique - cohésion dans le sol + possibilités de lessivage	- - -
2. Présence d'excréments animaux	changements dans la distribution spatiale et temporelle des intrants en éléments nutritifs changements dans la qualité des éléments nutritifs	+ hétérogénéité de la distribution des éléments nutritifs + volatilisation des éléments nutritifs circulation accélérée de la matière organique	=
3. Compaction (+ de la densité du sol; généralement sur sols humides)	- volume des macropores + volume des micropores - volume total des pores - infiltration des pluies et capacité de rétention d'eau + ruissellement	- capacité de rétention en eau du sol - eau disponible pour les plantes microclimat du sol moins favorable aux vivants mauvaises conditions pour l'installation des jeunes plantes et la croissance des racines chances d'érosion augmentées	- -
4. Piétinement (rupture de la structure en agrégats du sol; généralement sur sols secs)	- dimensions des agrégats + formation de pellicules voire de croûtes + incorporation au sol de la litière et de matériaux organiques	+ possibilités de déflation et d'érosion pertes possible des horizons superficiels - infiltration + ruissellement le sol joue mal son rôle de réservoir de semences environnement défavorable à la germination des graines et à leur installation + synthèse des colloïdes organiques pour former des agrégats stables qui favorisent aération, perméabilité, capacité de rétention de l'eau	- - +

Tableau 24 - Effets possibles des herbivores, notamment en ce qui concerne les sols et les eaux (+ signifie "accroissement", et - signifie "réduction").

Source: d'après FROST *et al.*, 1985, complété

de chaque parcelle. Il s'agit d'établir un calendrier des possibilités fourragères qui tienne compte des périodes de disponibilité pour le troupeau, de la reproduction de cette disponibilité d'une année à l'autre, des périodes de reproduction du

cheptel et de celles de la végétation, etc. Dans l'étude mentionnée, on a constaté par exemple que dans les parcelles boisées ou dans les parcelles de petite taille protégées par des boisements qui l'entourent, la production fourragère herba-

cée subit un écrêtage moins marqué pendant la saison sèche: ceci résulte de l'effet bénéfique de la présence des ligneux sur la croissance de l'herbe, surtout, dans le cas étudié, de l'effet protecteur qu'ils provoquent.

Performances

Les animaux ont des habitudes de se nourrir qui sont spécifiques. Les chevaux paissent une partie de la nuit (RUCKEBUSCH *et al.*, 1976) et les juments allaitantes ont une durée de pâturage supérieure de 5 % à celle des juments non allaitantes (MARTIN-ROSSI *et al.*, 1984), ce qui traduit la faculté d'adaptation des juments en fonction de leur état physiologique. Par ailleurs, certains chevaux peuvent avoir une préférence marquée pour tel ou tel type d'espèces végétales: on a ainsi vu des individus avec un goût prononcé pour la végétation ligneuse et une consommation nettement supérieure à la moyenne du troupeau (PREVOST *et al.*, 1985). Placé sur parcours pauvre, le cheval arrive à ajuster son temps de pâturage en fonction de la disponibilité fourragère jusqu'à un certain seuil de décrochage où, du fait d'une saturation du temps de pâturage, les quantités ingérées diminuent et n'arrivent plus à couvrir les besoins. Avant ce seuil, comme l'a montré BOURBOUZE (1982) sur d'autres espèces, la régulation porte sur les trois facteurs dont dépendent les quantités ingérées: durée du pâturage, rythme du pâturage (nombre de coups de dents par minute), et poids du coup de dents.

Les bovins préfèrent brouter les extrémités sommitales des plantes du sous-étage: ils ne se déplacent pas en broutant de manière continue, mais prélèvent à droite et à gauche, de façon discontinue et apparemment au hasard: ils choisissent la nourriture un peu élevée au-dessus du sol de préférence à celle située près du sol, et préfèrent l'herbe à la végétation ligneuse. Les caprins sont en partie des pousseurs et en partie des broueteurs, mais donnent leur préférence aux jeunes rameaux feuillés, aux feuilles de ligneux et même à leur écorce, que dédaignent les bovins et les ovins. Les ovins pâturent au ras du sol et se servent beaucoup de leurs incisives: ils choisissent avec soin les morceaux qu'ils pré-

poids vif (en kg)	herbivores	poids métabolique (en kg)	% du poids vif
5	dik-dik de Kirk	3,3	66,0
25	mouton, gazelle de Thomson	11,2	44,8
50	impala, gazelle de Grant, redunca	18,8	37,6
100	cobe de Buffon mâle	31,6	31,6
200	cobe Defassa	53,2	26,6
500	female de girafe, de buffle ou d'élan	105,7	21,1
1 000	mâle de girafe, de buffle ou d'élan	177,8	17,8
4 000	éléphant	503,0	12,6

Tableau 25 - Poids vif et poids métabolique de quelques espèces animales.

Source: PLANTON, 1986

férent, ils sont en compétition directe avec les bovins dans les types de végétation exclusivement herbacée; par les sélections qu'ils opèrent, ils favorisent l'extension des plantes stolonifères et des plantes basses rhizomateuses. Les dromadaires et les camélidés en général sont capables de se bien porter sur une végétation dont aucun autre groupe d'animaux ne se satisferait: ce sont des broueteurs essentiels. Les chevaux et les ânes sélectionnent soigneusement leur nourriture, qu'ils coupent à l'aide de leurs incisives supérieures et inférieures; ils choisissent tellement ce qu'ils consomment qu'ils peuvent causer en peu de temps des dommages importants au pâturage, en éliminant rapidement les espèces qu'ils préfèrent: aussi ne faut-il jamais laisser longtemps des équidés sur un même pâturage.

Il y a une corrélation entre le poids des animaux et leurs besoins (PLANTON, 1986). Toutefois cette relation n'est pas linéaire, aussi a-t-on introduit la notion de poids métabolique. Celui-ci, P' , par définition relié au poids réel P par la relation $P' = P^{0,75}$, est relatif aux besoins énergétiques des animaux adultes à l'entretien et sans production. Il peut ainsi y avoir des écarts considérables entre le poids vif (P.V.), poids réel et le poids abstrait qu'est le poids métabolique comme le montre le tableau 25.

Plus un animal est petit, plus son besoin d'ingérer relatif sera grand: les besoins d'un dik-dik de 5 kg sont 3,2 fois plus

élevés, rapportés au kg de poids vif, que ceux d'une bufflesse de 500 kg; il s'ensuit qu'un gros animal peut se montrer plus versatile dans son alimentation. Mais les besoins varient avec la physiologie de l'animal et ils sont plus élevés en période de gestation et en période de lactation: toutefois les petits animaux, qui ont des besoins supérieurs, ont aussi une production relative supérieure. On a établi une relation entre le poids vif et la matière sèche ingérée (M.S.I.), suite à de nombreuses observations faites en Afrique de l'Est (FIELD, 1976) sur des ovins, des caprins, des élans du Cap, des bovins domestiques, des bubales de Coke:

$$M.S.I.(kg) = 4 - \log (P.V.)$$

L'ingestion relative diminue donc, par unité de poids vif quand la taille augmente. Mais il existe des différences interspécifiques de digestibilité qui amènent à nuancer cette règle générale. Par exemple, la quantité de matière sèche d'herbe de prairie nécessaire à la production d'un kg de carcasse ou son équivalent en lait est de:

- ♦ 30 kg pour les ovins
- ♦ 30 kg pour les bovins
- ♦ 10 kg pour des cerfs
- ♦ 20 kg pour une vache laitière

alors que la valeur du kg de carcasse à la vente est pour le cerf de 7/3 de celle du mouton ou du boeuf (CHARDONNET, 1983).

SCHLEICH (1986) a étudié l'économie de l'utilisation du fumier dans le nord de la Côte d'Ivoire: temps de travail, composition du fumier, étude des sols, études comparatives de rendement. Dans les formes traditionnelles d'agriculture, on utilisait aux champs seulement 10 à 20% du fumier produit, mais ce pourcentage va en diminuant parce que la manipulation du fumier exige beaucoup de travail, parce que l'élevage au-delà de quelques têtes prend un caractère collectif, parce que la récolte des excréments est quasi impossible quand les animaux sont en brousse; une certaine vulgarisation en faveur des engrais minéraux agit aussi contre le fumier. La méthode la plus efficace pour réduire les pertes solides et liquides, et la moins coûteuse en travail, est celle que pratiquent par exemple les Peuhl, qui déplacent les parcs à bétail sur la surface cultivable jusqu'à ce qu'elle ait été fumée toute. Cette méthode pose problème lorsque le troupeau est collectif: alors, les paysans transportent la "poudrette" en sacs, mais avec des pertes importantes, qualitatives et quantitatives. Avec cette méthode, il faut pour fumer 5 t M.S.ha⁻¹.an⁻¹ soit environ 25 U.B.T., tandis qu'avec la méthode des parcs mobiles utilisée par les Peuhl, 13 à 18 U.B.T. suffisent. Sur les champs à proximité des cases, on laisse souvent paître le bétail en liberté. On a calculé qu'une U.B.T. donnait 7 t de

fumier frais en élevage à l'étable sur litière et convenablement nourrie. Pour les boeufs de trait gardés à l'étable pendant la nuit, on obtient 2,2 à 4,4 t fumier.an⁻¹, soit 1 à 2 t M.S./U.B.T.⁻¹; ainsi, 12 - 15 boeufs de trait permettent de fumer 1 ha de coton (COULOMB *et al.*, 1980; HAMON, 1971). Il est intéressant de noter que les paysans suivent les conseils de la vulgarisation en ce qui concerne le choix des meilleures races de trait: ils choisissent de plus en plus des hybrides de taureaux et de zébus qui présentent un grand format et une grande puissance. Par contre, ils ne suivent pas les conseils qui leur avaient été donnés de remplacer assez fréquemment leurs animaux de trait pour avoir toujours des animaux au maximum de leurs forces; au contraire, ils gardent de plus en plus longtemps ces boeufs de labour, comme l'a montré SONKO (1986) en Basse Casamance, qui écrit: "Il s'agit là d'une attitude courante pour le cheptel bovin extensif, mais qui mérite d'être corrigée afin de mieux valoriser le cheptel bovin de trait".

Dans le nord de la Côte d'Ivoire, le bétail paît et broute librement le jour en savane et, la nuit, est enfermé dans des parcs, aussi ne peut-on recueillir que les excréments solides nocturnes. Cela correspond à environ 200 kg

M.S./U.B.T.⁻¹.an⁻¹, une M.S. qui comprend en moyenne:

- . 1,5% N
- . 26% P
- . 0,9% K
- . 0,5% Ca.

Il en résulte un apport de matières nutritives mais une faible amélioration de la structure du sol car la M.O. est peu abondante. Par contre, on constate une élévation du taux de saturation (par l'apport de matières nutritives) et une augmentation du pH. Si l'on peut s'astreindre à recueillir chaque jour les excréments dans les parcs nocturnes, il est bien préférable de les composter plutôt que de les utiliser directement. L'obstacle majeur est le transport, qui prend beaucoup de temps comme le montre le tableau 26.

Une modification de la technique de production n'a de sens que si elle entraîne une augmentation de la productivité du travail dans les cas de figure où les surfaces sont disponibles, mais pas la main-d'oeuvre. Dans le nord de la Côte d'Ivoire, une jachère peut durer 10 ans, et elle est plus économique que l'utilisation du fumier. Si la pression démographique augmente, on a tendance tout naturellement à diminuer le temps de jachère, et alors l'utilisation du fumier peut devenir intéressante, mais il faut distinguer deux cas:

- 1er cas: des terres cultivables sont disponibles. Le surplus de travail qu'impose l'utilisation du fumier n'est accepté que s'il entraîne une augmentation de la production. Cette augmentation de la production, à la limite, peut permettre une diminution sensible de la surface cultivée. La fumure peut permettre d'allonger la période sans jachère, donc de réduire le temps nécessaire au défrichage. Pour du maïs, 5t fumier.ha⁻¹ permettent une augmentation de 30 à 50% de la récolte, mais la prise en compte du temps de travail justifie tout au plus le transport du fumier avec utilisation d'animaux de

Fumées du Forez

Dans le Forez (France), les fumées sont d'anciennes estives ou prairies de fauche situées en montagne à proximité d'anciennes habitations d'été. On peut y doubler la production. Les landes sont sous-utilisées avec 50 à 75 % de *Calluna vulgaris* consommés par des génisses. On peut étendre à 75 % les surfaces pâturées tout en maintenant un gain de 500 g PV.tête⁻¹.jour⁻¹.

Sur cinq années, on peut doubler le troupeau en améliorant les landes les plus mauvaises par un débroussaillage mécanique, une fertilisation surtout potassique, la plantation de bouquets de ligneux appâtés, un chargement passant de 100 à 500 kg PV.ha⁻¹.saison⁻¹. L'indice de valeur pastorale et le volume spécifique des Graminées fourragères dans l'estive sont multipliés par 4. La production des landes (3,1 à 4,6 t MS.ha⁻¹.an⁻¹) est améliorée par le traitement potassique de 10-30 à 60-100 % de la production des prairies locales non améliorées.

(LOISEAU *et al.*, 1987)

moyens techniques				
distance du champ (km)	rotation du parc	charrette à boeufs	bicyclette mobylette	à pied
0,5	13,0	14,3	12,5	36,7
1		16,0	14,7	67,8
2		19,2	18,7	119,8
3		22,5	22,7	194,3

Tableau 26 - Nombre de journées nécessaires pour fumer un champ en fonction du transport.

Source: SCHLEICH, 1986

trait et seulement si les champs ne sont pas à plus de 1 ou 2 km de la fumière. Le système de fumure par rotation permet 28% d'augmentation du rendement et est très intéressant, mais la fumure avec transport du fumier sur le dos du paysan ne peut concurrencer la jachère sans fumure.

- **2e cas: début de pénurie de terres cultivables.** Une augmentation du rendement des zones les plus pauvres pouvant atteindre 100% est possible. Pour cultiver 1 ha de maïs, il faut 60 à 90 jours de travail, et si les champs sont proches de la fumière, on peut transporter le fumier sur le dos, sous réserve que la main-d'oeuvre soit abondante.

Enfin, il faut noter que l'augmentation du prix des engrais minéraux favorise bien entendu l'emploi du fumier, mais que, dans le nord de la Côte d'Ivoire, la Compagnie ivoirienne de développement des textiles (C.I.D.T.) recommande les engrais minéraux alors qu'il serait probablement plus sage d'appuyer les programmes de développement sur le fumier et le compost, qui ne nécessitent pas de dépenses en devises fortes.

En vue de restreindre l'utilisation comme combustible des déjections animales séchées, qu'il vaut mieux incorporer au sol pour le fertiliser, l'ICRISAT fait porter une partie importante de ses travaux en Inde sur le développement des plantations d'arbres fourragers et d'essences forestières à croissance ra-

pide en vue de la production de bois de feu (SASSON, 1986).

L'efficacité de la chaîne alimentaire est plus élevée chez les troupeaux des nomades que chez ceux des ranchers. Ainsi, chez les Maasai elle a été évaluée à 12%, comparée avec les 6,5% des opérations commerciales de ranching (WESTERN, 1974). Ceci est dû en grande partie à la mobilité des troupeaux, mais aussi à l'excellente connaissance des qualités nutritives en toutes saisons des plantes de leur environnement que possèdent parfaitement les Maasai. Leurs troupeaux sont continuellement amenés en contact avec des jeunes plantes à fort taux de digestibilité, avec lesquelles ils peuvent se nourrir pendant la plus grande partie de l'année. Les mouvements sont pour une part commandés par la nécessité de trouver de quoi nourrir les troupeaux, en particulier en saison sèche. Mais pour une large part, ils dépendent du souci qu'ont les Maasai de donner à leurs troupeaux ce qu'il y a de meilleur; ils échappent ainsi à pas mal de maladies. C'est leur fine connaissance des propriétés nutritionnelles et curatives des plantes et de leurs nombreuses associations qui ont fait des Maasai d'irremplaçables bergers. Ils sont parfaitement à même de déterminer en toute saison le meilleur environnement nutritionnel pour leurs bêtes, aussi longtemps qu'on leur laisse l'accès aux pâturages. D'autres nomades traditionnels, notamment en Afrique, ont aussi des connaissances très poussées sur leur environnement et en particulier sur les

vertus nutritives et médicamenteuses des plantes au milieu desquelles ils vivent et de leur mélange en combinaisons diverses. Par exemple, dans le sud du Darfour et du Kordofan les éleveurs Baggara passent pour d'excellents spécialistes de l'élevage des bovins (leur nom vient d'ailleurs de l'arabe "baggara", la vache). Cependant, en saison de sécheresse difficile, ils n'hésitent pas à confier leurs animaux dépérissants à des éleveurs peuhl venus du Tchad; ceux-ci prennent les animaux en garde pendant un an au moins et les retournent avec un veau... mais ils en gardent un autre pour eux car ils savent non seulement guérir les animaux souffrants mais provoquer la gémellité. Nous les avons vus ordonner un traitement: après un examen minutieux de l'animal par plusieurs anciens de la tribu, la décision est prononcée: l'animal devra être conduit sur tel pâturage pendant une période déterminée, puis il devra boire l'eau d'un puits ou d'une mare déterminé pendant tant de jours, puis paître pendant tant de jours sur un pâturage bien déterminé, puis être abreuvé une seule fois à tel endroit, etc. L'ordonnance est établie pour chaque animal et ne se compose que de prescriptions d'abreuvement ou de nourriture, avec des phases de brouillage bien déterminées. Elle donne presque toujours d'excellents résultats si elle est exactement suivie.

La spécialisation des races animales, et, par voie de conséquence, leur fixation, est un domaine qui n'a pas été beaucoup exploré dans les pays en voie de développement. Elle a cependant pour premier objet de définir les critères que doivent remplir des animaux pour satisfaire aux contraintes imposées par un environnement déterminé et pour répondre aux objectifs de production fixés par l'Homme. Les races particulières peuvent convenir à de larges critères ou, au contraire, comme dans le cas de races françaises bien localisées, à des conditions précises, restreintes et limitées, comme les races bovines françaises d'Aubrac, de Salers, des Volcans d'Auvergne, ou la Tarine de Villard de Lans.

Ces races étroites correspondent en général à des espaces géographiques moins intégrés à l'économie globale. La définition des races a commencé en France dès 1856 (race bovine gasconne à muqueuses noires) et c'est en 1864 qu'a été ouvert le premier Livre des origines pour la race bovine nivernaise-charolaise. Il peut se faire une évolution dans le choix de l'espèce la mieux adaptée à une région; par exemple, le développement des fromageries de Roquefort a entraîné dans les Causses et les Cévennes le remplacement de la race ovine du Larzac, rustique et un peu bonne à tout faire, par la race de La Caune, qui est meilleure laitière.

Si l'on considère par exemple les dromadaires, on constate qu'ils ont été sélectionnés à travers les âges et suivant les pays en vue d'objectifs divers. Certes, il y a des façons originales mais peu recommandables de tirer parti des dromadaires: ainsi, la tribu Duru, à Oman, fait aller des animaux dans les mares d'asphalte des exploitations de pétrole, où ils se noient, puis réclame une indemnité aux compagnies pétrolières (CORDES *et al.*, 1980) ! Le dromadaire n'a plus tout à fait la même importance qu'il avait dans les zones désertiques. Avec la tendance à la sédentarisation de nombreux groupes nomades, l'élevage du dromadaire est en déclin. Il en est cependant qui conservent la totalité de leur intérêt pour les dromadaires: par exemple, les Beraber, en Arabie saoudite, ont profité de la prospérité générale du Royaume pour s'acheter des camions et des camions citerne avec lesquels ils s'approvisionnent en fourrage et en eau sur des marchés et dans des oasis éloignés, mais ils conservent cependant leur mode de vie traditionnel sous la tente: ils ont toutefois au moins un poste de télévision sous leur tente et il en était même, comme nous l'avons constaté nous-même dès 1964, et, comme nous l'avons écrit plus haut, qui avaient sur la selle de leur dromadaire un petit récepteur de télévision monté avec une suspension à la Cardan ! Au Soudan, les Kababish pour-

suivent largement leur mode de vie traditionnel, mais, comme nous l'avons déjà écrit, des chefs ont placé leur argent dans des banques et ont acheté des autobus, avec lesquels ils assurent, par des chauffeurs d'autres tribus salariés qui jouent ainsi le rôle autrefois dévolu aux esclaves, les liaisons routières sur certains grands axes, comme Khartoum - Wad Medani; ce mode d'exploitation des transports étant devenu actuellement plus à la mode et plus rentable que les caravanes chamelières à travers le désert. Dès l'Antiquité, des dromadaires ont été sélectionnés pour le transport de marchandises, comme l'étaient les chameaux. Probablement la plus ancienne mention de cette utilisation est-elle le passage du Livre des Rois dans la Bible où sont mentionnées les caravanes de dromadaires de la Reine de Saba apportant à Salomon de l'or notamment, des épices et des pierres précieuses au milieu d'une grande quantité de cadeaux somptueux. Le résultat est visible dans les dromadaires pakistanais par exemple, qui sont de structure très lourde, avec des membres épais et de gros os, une forme massive et un grand poids. Dans les confins du Sahara, la qualité la plus appréciée du dromadaire a été sa résistance à la sécheresse, sa capacité de ne boire que rarement, et la possibilité de l'employer pour des "rezzous", sortes d'expéditions éclair à travers le désert pour attaquer des caravanes ou des campements à de grandes distances. Ces mêmes qualités ont été exacerbées par sélection chez les superbes montures des méharistes de l'armée française et dans une semblable mesure des membres de l'Imperial Camel Corps britannique (surtout en Inde et au Soudan), chargés pendant un temps de la police du désert; le résultat autour du Sahara est une bête gracieuse, légère, rapide, endurante, de robe souvent claire pour mieux se confondre dans le paysage, tout à fait différente des dromadaires de transport; on en retrouvait quelques beaux spécimens chez les Touareg jusque vers 1973. Si les Romains ont eu à subir des défaites de leur cavalerie effrayée par les dromadaires et par les

chameaux des Syriens, c'est, dans l'histoire moderne, à NAPOLEON que revient la constitution, lors de la Campagne d'Égypte, des premiers grands corps organisés de troupes montées sur dromadaires; il s'agissait de "mcharis", des dromadaires légers et rapides, et ils étaient accompagnés par une intendance montée sur des dromadaires de transport beaucoup plus lourds (LEONARD, 1984; YAGIL, 1985). Pendant la Première Guerre Mondiale, le général ALLENBY a utilisé avec succès les dromadaires contre les troupes turques dans le désert de Syrie. À l'époque de la pénétration du chemin de fer en Australie, les dromadaires ont été largement utilisés pour le transport des rails, des traverses, et du ravitaillement des travailleurs. Certains peuples, comme les Somalis, ont produit des dromadaires à hautes performances laitières: une chamelle bien nourrie peut donner jusqu'à 4000 kg de lait par an.

C'est d'ailleurs très probablement pour son lait que le dromadaire, comme les autres camélidés du Vieux Monde, a été domestiqué (EPSTEIN, 1971). Bien que la laine des camélidés puisse être de grande qualité, ça n'est guère qu'en Amérique du Sud qu'elle fait l'objet d'une exploitation systématique, avec les toisons du guanaco *Lama guanacoe*, qui vit à l'état sauvage, du lama *L. peruana*, surtout de l'alpaga *L. paco*, qui produit 1 à 3 kg laine.an⁻¹.tête⁻¹, et des trois espèces de vigognes *Vicugna* sp. pl., qui donnent la laine la plus fine du monde (BRUNSCHWIG, 1990). Mais on ne s'est pas encore occupé sérieusement d'essayer de produire des dromadaires spécialement sélectionnés pour la qualité ou pour la croissance rapide de leur viande, bien que des essais encourageants mais isolés aient été faits en U.R.S.S. (KERKIN, 1976). La production est assez variable, mais la littérature (BREMAUD, 1969; BURGEMEISTER, 1975; CURASSON, 1947; GAUTHIER-PILTERS, 1961; GAUTHIER-PILTERS *et al.*, 1981) donne des chiffres de 350 à 450 kg de carcasse pour les animaux africains, un peu plus lourds pour les asiatiques, et un coefficient de carcasse de

55 à 70%. Cependant, comme l'a rappelé SHALASH (1984), la viande de dromadaire, sans avoir autant de succès que celle de mouton ou de boeuf, est-elle appréciée, notamment des nomades, bien que ceux-ci en consomment assez rarement; il se peut qu'elle soit moins cotée en partie parce que le dromadaire est inscrit au fond du sub-conscient des nomades comme "le vaisseau du désert", le seul moyen de transport dont ils ont disposé pendant longtemps pour échapper au désert, en partie à cause de son importance sociale, parce qu'il est le moyen privilégié de dot, de cadeau ou d'allégeance, de même que les Dinkas nilotiques ne conduisent pas à l'abattoir leurs bovins parce qu'ils croient que leurs ancêtres y sont réincarnés. Le PNUD s'est même refusé à considérer que la viande de dromadaire puisse présenter un intérêt commercial, et a osé soutenir vers 1960, puis en 1973, que le dromadaire était une espèce sans avenir, dont la viande n'était plus consommée par personne; nous pensons au contraire que c'est un animal qui pourrait retrouver un intérêt, notamment si l'on tient compte de la tendance générale au réchauffement de la température et à l'assèchement, et si l'on arrive enfin à mettre sur pied des projets de développement durable, qui devront comporter moins d'intrants et viser à un niveau de vie à la fois moins inégal, plus sûr, et moins sophistiqué. Il n'est même pas complètement absurde de penser qu'une partie des transports en zone désertique et pré-désertique pourrait se faire avec des dromadaires; au moment de son indépendance, l'Algérie, par exemple, confrontée à un dramatique manque de camions, a su utiliser des caravanes de dromadaires pour transporter de l'eau sur les pâturages des Hauts Plateaux, qui ont pu ainsi être réouverts au pâturage par des dizaines de milliers de moutons malgré la destruction ou l'empoisonnement de nombreux puits pendant la guerre. Dans maints pays secs à faibles revenus, comme ceux du Sahel par exemple, il serait plus raisonnable de recourir au transport des denrées non périssables par des dromadaires que de

faire appel à des camions, qui auront toujours besoin de pneumatiques, de pièces de rechange et de carburant, toutes denrées importées à grand coût et payées en devises. C'est ce qu'ont probablement compris les Emirats arabes unis qui encouragent le maintien de l'élevage du dromadaire en fournissant aux éleveurs qui cultivent pour lui la luzerne des engrais gratuits, en continuant d'équiper des points d'eau, et en fournissant une prime d'encouragement de 200 dirhams.an⁻¹.animal⁻¹. Mais la plupart des pays du Tiers Monde, comme ceux d'Europe de l'est qui découvrent l'Ouest opulent, voudront toujours "tout et tout de suite"; aussi, tant que les pays riches ne seront pas prêts à un meilleur et plus équitable partage, tant qu'ils se refuseront à d'importantes concessions affectant leur propre mode de vie, l'avenir restera-t-il menaçant et troublé. Peut-être la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (UNCED), qui s'est tenue en 1992 au Brésil, sera-t-elle l'aube d'une ère nouvelle et d'un Nouvel Ordre Economique International, qu'avait commencé de réclamer et de définir le Président Houari BOUMEDIENNE, de la République algérienne,

repris notamment par la Déclaration de Cancun.

En fait, il existe trois stratégies principales pour améliorer les systèmes traditionnels de production animale, comme l'a rappelé AVILA (1987):

- ♦ Améliorer la gestion et les performances des animaux. C'est ce qui arrive lorsqu'on commence d'utiliser les bovins ou les camelins pour préparer les terres, en leur assignant le rôle de tracteurs des instruments agricoles, ou bien quand on donne aux excréments des animaux tous les soins qu'ils méritent et qu'on les utilise dans l'agriculture, ou quand on utilise systématiquement les résidus des cultures pour fourrage par exemple.
- ♦ Introduire de nouvelles interactions dans les systèmes. Par exemple, planter des Légumineuses sur des jachères, ou les mélanger à des céréales, ou utiliser la traction animale pour entretenir les cultures et traiter les produits.
- ♦ Créer de nouveaux systèmes beaucoup plus intensifs. Dans tous les cas, il faudra tenir le plus grand compte des effets sur les ressources en eau.

Arbustes et arbrisseaux fourragers consommés par le mouflon des Rocheuses de Waterton Canyon, Colorado

Le gros mouflon des Montagnes Rocheuses, *Ovis canadensis*, est considéré comme un pâtuteur et ses adaptations morphologiques et physiologiques le prouvent. Mais il y a des races géographiques. A Waterton Canyon, dans le Colorado, 1 à 48 % des animaux de la race nordique consomment des ligneux dans leur régime estival. Ce pourcentage est de 32 à 55 % dans la race dite désertique, *O. canadensis nelsoni*.

Les feuilles de l'acajou vrai des montagnes, *Cercocarpus montanus*, entrent pour 56 à 92 % dans le régime d'été; celles des ligneux en représentent 73 à 98 %. Les feuilles de *C. montanus* contiennent 11,2 à 16,3 % de protéines brutes et de 33,4 à 38,7 % de M.O. digeste *in vitro* (sur base de la M.S.). Leur plus forte consommation est en juin, comme pour les feuilles et les rameaux jeunes de *Quercus Gambelii*, les tannins atteignent 10 % de la M.S. (NASTIS *et al.*, 1981), ce qui entraîne, comme pour la lignine (SKOURI, 1966) un allongement du transit du bol alimentaire et une réduction des quantités ingérées. En conséquence, pour l'aménagement des montagnes de basse altitude où vit *Ovis canadensis*, il faut maintenir des fourrés ouverts.

(ROMINGER, E. *et al.*, 1988)

sur la main-d'oeuvre et sur le capital de l'exploitant, quelle que soit la contrainte à la production à laquelle on ait décidé de s'attaquer: pluviosité, fertilité, insuffisance de la traction pour préparer en temps utile les terres à cultiver, main-d'oeuvre pour la préparation des terres, la plantation, le désherbage, la récolte.

Au Kenya, il y a plus de trente espèces sauvages de bovidés, qui y représentent vraisemblablement la ressource biologique la moins utilisée. Elles portent des gènes qui confèrent la résistance aux maladies du bétail les plus virulentes de cette région et on a démontré qu'elles convertissent la végétation naturelle en protéines mieux que les espèces affines domestiquées. Sous la direction des Musées nationaux du Kenya, un programme a été lancé récemment pour examiner les relations génétiques entre ces espèces sauvages. Il vise à établir le niveau de variabilité génétique dans les populations d'espèces d'importance économique en vue d'aider à mettre au point des programmes efficaces de gestion et d'utilisation conservatoire de ces espèces.

Les ranchs d'animaux sauvages semblent moins rentables que les ranchs de bovins, bien que René HALLER, de Baobab Farm Ltd, près de Mombasa, dise le contraire. Cependant, les ranchs qui mêlent animaux sauvages et bovins sont les plus intéressants. Il conviendrait d'augmenter le nombre d'animaux brouteurs pour utiliser efficacement la végétation ligneuse et pour la contrôler: girafes, kudus, élans, et certaines races de chèvres soigneusement sélectionnées. A long terme, il conviendrait de développer de nouvelles espèces domestiques de grands animaux brouteurs qui, par rapport au gibier, présenteraient les avantages suivants: meilleur rapport de conversion de nourriture, facilité de gestion en ce qui concerne notamment le pacage par rotation, le traitement des maladies, l'écorchage. Des programmes de sélection et de reproduction devraient être mis au point, commençant par la

capture en grands nombres et l'inclusion dans des programmes d'élevage (indice de consommation, taux de croissance) des animaux présentant des caractéristiques satisfaisantes: préférences alimentaires, taille des carcasses, relations par rapport à l'eau et à la résistance aux maladies, etc. Parallèlement, des programmes de recherche sur la végétation devraient être menés pour trouver la structure végétale optimale pour une production animale maximale. "Il nous faudra, à cet égard, acquérir de nouvelles connaissances sur la palatabilité et sur la productivité des diverses espèces de fourrages ligneux, déterminer celles qui sont des gaspilleurs d'eau et celles qui sont des économiseurs d'eau ainsi que celles qui concurrencent le plus (et partant empêchent) la présence des Graminées" (WALKER *et al.*, 1972).

Vie sauvage et faune

On oublie souvent la faune sauvage dans les documents qui traitent de la production animale. Celle-ci est cependant dans les zones arides presque toujours, mais aussi dans certaines conditions dans les zones semi-arides et sub-humides, le moyen le plus rationnel, le mieux adapté et le plus économique d'assurer une production animale soutenue. Certes, il peut y avoir compétition entre les animaux sauvages et les animaux domestiques (GHOSH *et al.*, 1987), mais il y a des environnements où les animaux domestiques sont plus rentables, d'autres où les animaux sauvages donnent de meilleurs résultats (en particulier dans les zones arides et hyper-arides), et d'autres où ils peuvent cohabiter harmonieusement et de manière profitable. Autrefois, en Europe et particulièrement en France, la chasse était tellement productive qu'elle était interdite aux roturiers "en vue de bannir du royaume l'oisiveté qu'elle engendre ordinairement lorsqu'ils s'y adonnent" (BADRE, 1983). Au Zaïre, une enquête a révélé que 87 % des protéines consommées par la population proviennent de la chasse, de la pêche ou de la consom-

mation d'insectes (VINCKE *et al.*, 1989). Même à Kinshasa, la population consomme une moyenne de 14 g par jour de viande de chasse; ce chiffre s'élève à 27 g dans les zones rurales du nord de la Côte d'Ivoire, tandis qu'au Sénégal, ce sont 13 g de protéines de viandes sauvages qui sont consommées chaque jour en moyenne par un individu dans la région de Fatick, alors que la consommation sénégalaise moyenne de viande de boeuf est de 24,7 g par personne et par jour. D'autre part, comme l'a rappelé TOUZEAU (1973), la faune sauvage, qui a malheureusement été détruite systématiquement sur d'immenses territoires, assurait par sa présence et son action un équilibre biologique qui a maintenant été presque partout artificialisé, s'il existe encore. Il est consolant de constater que depuis quelques années se développe un mouvement visant à redonner quelque peu à la faune sauvage son rôle de producteur de protéines et aussi son rôle dans un meilleur équilibrage des fonctions naturelles. Ce mouvement s'accompagne d'un passage de droits d'usages collectifs généralement mal définis (sauf dans les zones nomades, restées plus traditionalistes), à un droit de tenure des terres et des ligneux bien plus précis; comme exemple de ce nouvel ordre économique en développement, qui favorise la décentralisation de l'autorité et la responsabilisation des populations, comme l'annonçait SCHUMACHER (1973) dans "*Small is beautiful*", on cite les villages de la basse vallée du Sénégal qui élèvent collectivement depuis quelques années des gazelles et des autruches, dans des zones d'où ces animaux avaient pratiquement disparus. Lorsque les conditions environnementales s'y prêtent, les techniques agroforestières peuvent aider à cet emploi rationnel de la faune. Les équivalences en unités animales des animaux sauvages sont données par le tableau 27.

Animal	U.B.T.	Animal	U.B.T.
gazelles de Thomson	0,060	bubales	0,500
moutons et chèvres	0,072	gnous	0,500
gérénuks	0,100	damalisques de Hunter	0,500
gazelles de Grant	0,160	asins	0,600
impalas	0,160	bovins	0,720
petits koudous	0,160	girafes	0,800
oryx	0,400	dromadaires	1,200
cobes	0,420	élan	1,360
damalisques	0,450	buffles	1,800
autruches	0,460	rhinocéros	3,260
antilopes rouannes	0,500	éléphants	6,500

Tableau 27 - Equivalences des animaux sauvages en unités animales.

Modification des communautés végétales par les animaux

La salinité du sol, sa sodicité, et les termites influencent fortement la distribution et la composition des communautés végétales, comme l'a montré BELSKY (1988) au Serengeti (Tanzanie). Ainsi, les causes majeures de la répartition de la végétation ne seraient pas dues à l'action des grands herbivores comme l'affirme McNAUGHTON (1983). "Bien que les pistes, les lieux de défécation, les centres territoriaux, et autres modifications superficielles créées par plus de deux millions et demi de grands herbivores soient bien visibles dans les communautés végétales, elles ne font souvent que se surimposer à des formes bien plus intenses, comme celles qu'on trouve dans la communauté en mosaïque à *Andropogon Greenwayi* (BELSKY, 1986 a), dans la communauté en mosaïque de Graminées courtes et moyennes (BELSKY, 1983), ou dans la communauté à *Cymbopogon caesioides* (SCHMIDT, 1975) où les divers aspects sont provoqués par des différences dans le drainage, ou par l'activité des termites, ou par les deux. Etant donné que les anomalies causées par les grands herbivores sont revégétées par des espèces communes des communautés environnantes (BELSKY, 1987), elles sont moins fortes et durent moins longtemps que celles dues aux termites ou à la distribution

irrégulière du sodium dans le sol ... Toutefois, en abaissant la hauteur de la canopée, en pâturant sélectivement, en compactant le sol, en réduisant les risques d'incendie par la consommation du carburant potentiel, les herbivores exercent une influence profonde sur les pâturages, dont la composition se modifie dès que les animaux sont retirés (BELSKY, 1985, 1986 b et c)".

Interactions entre végétaux ligneux et faune sauvage

Il peut exister des interactions très étroites entre la composante ligneuse d'un type de végétation et des éléments de la faune sauvage qui l'exploitent; ainsi, au Serengeti (Tanzanie), existent des liens entre les arbres d'une part et les éléphants et les girafes d'autre part: par exemple, la suppression de ces Mammifères entraînerait une rapide augmentation des ligneux, qui pourrait avoir pour conséquence la disparition de certaines espèces herbacées et leur remplacement par d'autres, et par conséquent l'élimination de certaines espèces d'herbivores comme l'impala et la prolifération d'autres espèces comme le buffle (SINCLAIR, 1979). Par contre l'élimination du gnou, qui est un grand consommateur de Graminées pérennes, ne devrait pas avoir un grand impact sur les impalas ni sur les buffles.

Dans les plaines du Serengeti, un accroissement de la production primaire a résulté (COSSINS, 1986) d'un quadruplement de la population sauvage d'herbivores. L'accroissement de la pression de la pécoration a entraîné une forte croissance compensatrice des plantes, provoquant une absorption plus grande d'éléments nutritifs par les animaux au pâturage. Mais en général c'est le contraire qui se produit et l'augmentation de la pécoration provoque un accroissement des mauvaises herbes non palatables. Le moment, par rapport à la phénologie des plantes, où les animaux paissent, est sans doute plus important que la charge elle-même. L'accroissement des taux de charge conduit à un accroissement de la variabilité saisonnière de la production, à une baisse de la productivité primaire et à un changement de la composition floristique pastorale.

Habitudes alimentaires de la faune sauvage

Comme les animaux domestiques, les animaux sauvages ont des habitudes spécifiques pour s'alimenter: par exemple, le buffle n'arrache pas les rameaux mais "cueille" soigneusement les feuilles une par une sur les rameaux à l'aide de ses incisives très tranchantes, et l'élan absorbe 30% de broût (LAMPREY, 1963) bien qu'il soit habitué à s'alimenter d'espèces très variées et qu'il consomme à Kiboko (Kenya) moins de feuilles que les chèvres (SKINNER, 1966). Ce taux d'absorption de feuilles de ligneux varie d'ailleurs beaucoup, notamment avec les saisons et en fonction du fourrage total disponible; pour les élan il a été évalué à 50% du temps de broûtage à Kiboko par NG'ETHE *et al.* (1976), à 93% en Zambie (KERR *et al.*, 1970), et à 76,5% en Afrique du sud (VAN ZYL, 1965).

L'*Oryx leucoryx* avait disparu en grand nombre du Moyen-Orient, victime des insecticides pulvérisés contre les sauteuses. Il a été réintroduit en 1978 avec succès dans la Réserve de faune de

Shaumari en Jordanie: 31 individus ont été à nouveau lâchés le 18 octobre 1983. Il aime beaucoup l'*Atriplex Halimus* et l'*Artemisia herba alba* qui sont dominants dans la végétation. Il affectionne aussi *Atriplex leucoclada*, *A. stylosa* et *Capparis leucophylla*, ainsi qu'une vingtaine de plantes herbacées. A la ferme du Roi Khaled en Arabie, les oryx consomment beaucoup de tamaris, de colocynthe et de *Cynomonium tinctoria*, tandis qu'en Afrique de l'Est, ils consomment surtout *Salsola*.

Nous avons donné dans un précédent ouvrage (BAUMER, 1987: 195 - 200) des indications sur les systèmes sylvi-pastoraux et la faune sauvage, et quelques exemples des préférences alimentaires de certaines espèces d'animaux sauvages, comme les dikdiks ou le petit koudou envers les ligneux.

Il peut exister du fourrage herbacé ou ligneux en abondance sans que celui-ci soit accessible à tous les animaux: il y a de petites gazelles par exemple qui aiment beaucoup l'herbe tendre et les jeunes feuilles des arbrisseaux mais qui ne peuvent quelquefois les atteindre lorsque la végétation est trop dense, comme il arrive assez souvent en zone humide et aux abords des mares: il faudra alors qu'une "route d'accès" soit ouverte par un animal plus gros pour que les gazelles puissent atteindre leur nourriture favorite, comme l'a rappelé PLANTON (1986). Ainsi dans une savane arborée qui n'a pas été exploitée pendant la saison précédente, les Graminées peuvent dépasser deux mètres et être assez dures et assez serrées pour que seules deux espèces animales puissent y pénétrer: l'éléphant, qui tout en mangeant ou non sur son chemin, ouvre la voie à d'autres animaux, et aussi l'hippopotame, qui écrase plus encore l'herbe avec son gros ventre près du sol; les chemins ouverts par les hippopotames ne seront généralement pas de très grande longueur tandis que ceux ouverts par les éléphants peuvent l'être. Derrière ces espèces, bien d'autres vont pouvoir passer, les cobes d'abord, qui aiment à

se faufiler dans d'étroits passages où ils ne sont pas vus facilement, puis des buffles lorsqu'ils auront repoussé de jeunes pousses par lesquelles ils sont attirés. Par leur passage, les éléphants et les hippopotames non seulement ouvrent une voie, mais aussi favorisent le développement de l'herbe si le sol est tant soit peu humide, en l'écrasant et en la forçant à taller. Les éléphants vont aussi casser des branches qu'ils ne consommeront qu'en partie, ce qui a pour résultat de mettre du broyat à la disposition d'animaux plus petits qui, sans les éléphants, ne pourraient y atteindre. En un délai de quelques jours à quelques semaines après l'entrée en scène des éléphants et des hippopotames, le paysage et la faune qui l'utilise auront changé: les trouées auront été élargies, des damalisques seront là qui ouvriront d'autres passages, et des brouteurs auront un accès plus aisé aux végétaux ligneux; les branches pliées ou à demi cassées, qui seront nombreuses s'il y a des koudous mâles ou des élans de l'un ou de l'autre sexe, qui aiment à se servir de leurs cornes à ces fins, feront de jeunes pousses et du feuillage et permettront à d'autres animaux de trouver leur nourriture. Il y a ainsi une espèce de partage des ressources entre de nombreuses espèces animales qui ne se concurrencent pas car elles exploitent des espèces ou des niveaux de végétation différents. Ainsi, les koudous préfèrent nettement le broyat et dédaignent les jeunes semis et les plants qui n'ont pas atteint une hauteur de 20 cm. Les impalas comme les chèvres broutent surtout entre 1,4 et 2,1 m de haut, alors que les girafes prélèvent plus de la moitié de leur fourrage au-dessus de l'altitude 2,0 m (LEUTHOLD *et al.*, 1972), rencontrant dans la partie inférieure de leur zone de broutage les élans, qui broutent jusqu'à 2,4 m et arrivent à des hauteurs plus grandes en cassant les branches avec leurs robustes cornes.

Si l'éléphant peut ouvrir la voie à d'autres animaux et permettre ainsi une utilisation plus complète du pâturage tant ligneux qu'herbacé, il peut aussi causer

des dommages considérables à l'écosystème arboré (PELLEW, 1980), comme peuvent aussi faire le buffle, l'hippopotame, le rhinocéros, la girafe et certains suidés sauvages. L'éléphant peut casser des troncs de 40 cm de diamètre et en déraciner de 60 cm de diamètre: il peut en tuer de bien plus gros encore par annélation, en soulevant l'écorce avec ses défenses, et les plus gros baobabs ne lui résistent pas. Il préfère les jeunes arbres aux arbres adultes: aussi, en forêt dense, son action induit-elle un vieillissement du peuplement arboré, comme nous avons pu voir à Murchinson Falls (Ouganda), en 1969: la forêt était devenue si vieille que les arbres n'arrivaient plus à se régénérer, et la raréfaction de la nourriture a entraîné une sévère diminution du nombre des éléphants; après quelques années, la végétation s'est reconstituée progressivement, les éléphants sont revenus, et un nouveau cycle a recommencé. Le vieillissement du peuplement qu'il exploite amène d'ailleurs l'éléphant à chercher d'autres lieux pour continuer ses ravages, et donc à migrer, permettant ainsi aux jeunes classes d'arbres de se reconstituer après son départ. Ce genre d'action explique la formation de forêts en mosaïque avec des savanes qu'ont signalées des hotanistes, comme AUBREVILLE il y a quelquefois un demi-siècle, mais sans pouvoir les expliquer. Les dommages ainsi causés sont particulièrement importants au-dessus de 2 000 m d'altitude, où la forêt de montagne peut être transformée en une mosaïque de forêts et de prairies basses arbrissellées.

Dans les zones sèches, le broutage fréquent par de nombreux Ongulés détruit le couvert "forestier" et favorise l'invasion par des végétaux épineux qui peuvent abriter et protéger des semis de nouveaux arbres (LEBRUN, 1947). Cette particularité est intéressante quand il s'agit de restaurer la végétation d'une région sèche dégradée par la sécheresse. Ainsi, en Mauritanie, après les sécheresses exceptionnelles des années 1973 et suivantes, qui ont tué presque tous les gommiers sur de vastes surfaces du sud-

ouest mauritanien, les jeunes individus morts d'*Acacia Senegal* formaient sur le sol des amas de branchages épais d'une soixantaine de centimètres sous lesquels il eut été aisé d'introduire, au besoin avec une canne-plantoir, des graines de gommier dont un pourcentage non négligeable eut pu germer lorsque revinrent des pluies moins faibles; mais on n'a pas su profiter de la protection naturelle que constituaient les branches des arbres morts et, quand on a commencé à reboiser, celles-ci s'étaient décomposées et avaient disparu ou ne constituaient plus un abri suffisant pour protéger les jeunes semis de la dent des chèvres et des dromadaires.

Origine des mosaïques de végétation

L'origine des mosaïques de végétation a été expliquée de diverses manières. L'une d'elles avance que le choix des animaux qui paissent ou qui broutent toujours la même espèce finit par éliminer cette espèce et laisse ainsi le champ pour s'étendre à une autre espèce, la plus envahissante de celles qui sont en compétition pour la place vacante. D'autres pensent que des noyaux de végétation monospécifique se constituent progressivement autour d'une plante refusée par le bétail. On a vu par ailleurs quel pouvait être le rôle des éléphants dans la constitution de mosaïques à grands éléments lorsqu'ils détruisent la végétation arborée et doivent eux-mêmes migrer faute de trouver assez de nourriture.

Complémentarité du brout et de l'herbe

L'absorption de brout est complémentaire et inversement proportionnelle de celle d'herbe; ainsi, en Afrique du Sud, les koudous passent-ils 70% de leur temps d'alimentation à récolter de l'herbe d'octobre à mars, et 20% à brouter, tandis que les proportions deviennent respectivement de 45 et 35% d'avril à septembre (OWEN-SMITH, 1985). Les élans passent pratiquement tout leur temps à brouter d'octobre à

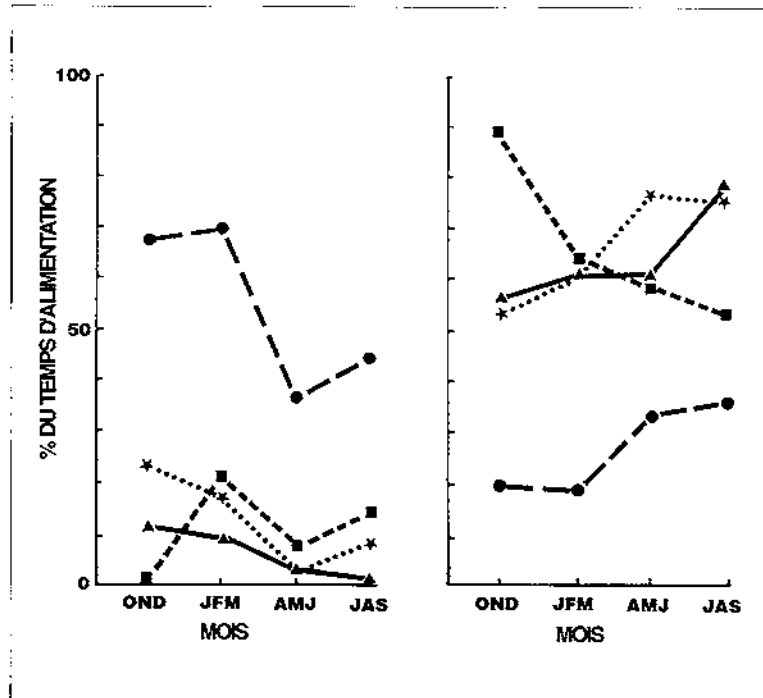


Fig. 11 - Temps d'alimentation comparés sur des herbes et sur du brout (comprenant litière de feuilles) à différentes saisons pour le kudu (triangle), l'impala (disque), et les chèvres (étoile) à Nylsvley (Afrique du Sud), et pour l'élan (carré) au Parc de Waterberg, en Namibie (JANKOWITZ, 1982). La saison humide s'étend d'octobre à mars.

Source: OWEN - SMITH, 1985

décembre, alors que ce pourcentage descend à 50% de juillet à septembre (fig. 11).

Par ailleurs, seulement un petit nombre d'espèces ligneuses peut constituer la plus grande partie de l'alimentation: ainsi, au Parc National de Nylsvley, en Afrique du Sud, OWEN-SMITH (*l.c.*) indique que deux ou trois espèces ligneuses seulement parmi la soixantaine qui existe peuvent constituer de 25 à 50% de la nourriture des koudous pendant la saison des pluies. Mais une grande quantité d'autres espèces peuvent être absorbées, cependant en toutes petites quantités d'une façon générale (OWEN-SMITH *et al.*, 1987); dans ce Parc comme au Parc Kruger, il n'y a aucune espèce ligneuse qui ne soit pas consom-

mée de quelque manière, fut-ce en très petite quantité. A Nylsvley, on a observé que les koudous pouvaient consommer en 24h jusqu'à 26 espèces ligneuses et 36 espèces herbacées; pour les ligneux, ils prélèvent surtout des bouquets de feuilles ou des feuilles récoltées individuellement, mais consomment aussi volontiers des rameaux ayant jusqu'à 3 mm de diamètre sur des espèces non épineuses; sur les espèces épineuses, ils prélèvent uniquement des bouquets de feuilles, sauf en période sèche s'ils sont poussés par la faim, où ils consomment alors des rameaux d'acacias.

Certaines espèces sont préférées toute l'année tandis que d'autres ne le sont que pendant la période où leurs feuilles sont jeunes et frêles, par exemple *Bur-*

kea africana, *Dombeya rotundifolia* et *Ochna pulchra* ne sont préférées, au moins par les koudous, que lorsque leurs feuilles sont jeunes et tendres. Au contraire, ces mêmes animaux préfèrent *Grewia monticola* pendant la saison sèche et ne le consomment pas pendant le reste de l'année.

Les singes consomment toujours du brout, mais en proportions différentes avec les espèces: certaines espèces consomment presque 80 % de leur nourriture sur les arbres. Chaque espèce d'animaux a sa façon de prélever le matériel végétal qu'elle consomme: par exemple, les girafes arrachent les feuilles des rameaux avec leur langue, et coupent avec leurs dents les très jeunes rameaux non lignifiés, bien qu'elles puissent en saison sèche être amenées à consommer des parties lignifiées. Des ligneux, les impalas ne consomment guère que des feuilles. Ils ont une nette préférence pour les jeunes feuilles d'*Ochna pulchra*, mais n'aiment ni *Burkea africana* ni *Dombeya rotundifolia*. Ils rejettent *Grewia monticola* pendant la saison sèche, alors que les koudous l'acceptent, mais ont une prédilection pour *Euclea undulata*, qui n'est pas du tout consommée par les koudous. Pendant la saison sèche tardive, les impalas rejettent *Diospyros lyciodes* qu'affectionnent les koudous, mais consomment plus volontiers *Terminalia sericea* et *Rhus leptodictia* que ne le font les koudous. Pour les impalas, les valeurs d'acceptabilité des plantes tendent à la moitié de celles pour les koudous, ce qui traduit la plus grande importance de l'herbe dans l'alimentation des impalas.

Les chèvres se sont montrées moins sélectives que les koudous ou les impalas en ce qui concerne les plantes ligneuses. Les valeurs d'acceptabilité des plantes ligneuses pour les chèvres sont plus fortes que pour les koudous, bien que les plantes ligneuses aient pour les chèvres la même importance que pour les koudous. Les chèvres ont souvent consommé de nombreuses plantes ligneuses que les koudous ou les impalas ne touchaient

pratiquement pas, comme *Euclea undulata* ou *Lannea discolor* pendant la saison des pluies et *E. natalensis*, *Carissa bispinosa* et *Dombeya rotundifolia* pendant la saison sèche. D'une façon générale, il semble que la distinction entre plantes ligneuses appréciées et non-appréciées est d'autant plus tranchée que l'espèce animale dépend davantage du brout pour sa subsistance.

La même différence existe pour les feuilles tombées à terre. Tous les animaux du Parc de Nylsvley ont ramassé les feuilles de *Zizyphus mucronata* et de *Strychnos cocculoides* au milieu d'une masse de feuilles mortes tombées au sol. Les feuilles mortes de *Combretum Zeyheri* n'ont été ramassées que par les koudous, alors que celles de *Terminalia sericea* ne l'étaient que par les chèvres et les impalas. Les feuilles tombées au sol de quelques unes des espèces les plus recherchées sur pied n'étaient pas touchées, comme celles de *Vitex Rehmannii* et de *Grewia flavescens*. La quantité de feuillage de brout absorbée augmentait pendant la saison humide jusqu'à 4 à 12 % du maximum de la biomasse disponible en-dessous de 2,5 m, et pendant toute l'année jusqu'à 12 à 18 % de la biomasse des feuilles. Pour une même espèce végétale, la consommation par les Insectes (surtout des larves de Lépidoptères) était supérieure à celle par les Ongulés, spécialement du fait que les larves de Lépidoptères ne limitent pas leurs prélèvements à 2,5 m au-dessus du sol. Ainsi, en 1975/1976, plus de 18,7% de la biomasse foliaire totale de *Dombeya rotundifolia* fut consommée par les larves (SCHOLTZ, 1982) alors que seulement 2,7 % du feuillage accessible était consommé par les Ongulés.

Le nilgai

Le nilgai indien, *Boselaphus tragocamelus*, qui est la plus grande antilope d'Asie, est très souple dans ses exigences et a l'avantage sur beaucoup d'autres espèces comparables, de donner plus d'un jeune chaque année. Domestiqué depuis probablement plus de

3 000 ans, le nilgai, dont le nom signifie "vache bleue", a une croissance rapide en ne se nourrissant que d'herbes pendant l'été, et il produit une carcasse d'excellente qualité. Alors que les carcasses de boeufs contiennent de 12 à 20% de graisses, celles de nilgai en contiennent en moyenne moins de 3% pour 100 grammes de viande; par contre, la viande de boeuf fournit jusqu'à 400 calories, tandis que celle de nilgai n'en donne qu'entre 120 et 150. Les mâles pèsent jusqu'à 290 kg, tandis que les femelles ne dépassent pas 180 kg, soit à peu près le poids d'une vache Jersey.

Le nilgai a une place particulière dans l'évolution des antilopes. Celles-ci dérivent d'une proto-antilope qui vivait au Miocène, il y a quelques 15 millions d'années, et à laquelle le nilgai ressemble encore beaucoup. De nouveaux types ont commencé à se différencier il y a environ 10 millions d'années, et à former des cornes de plus en plus compliquées. Les cornes du nilgai sont restées d'un type primitif, extrêmement simples, droites, et courtes. Si, avec de telles cornes, les nilgais se battaient en combats frontaux, il y aurait de sérieux risques qu'ils se tuent. Mais les nilgais ont conservé un type de combat très primitif où, au lieu de chercher à s'encombrer mutuellement, ils enroulent leur cou autour de celui de l'adversaire, en cherchant à le repousser et surtout à le mettre à terre. La peau du cou et de la poitrine des mâles est d'ailleurs très épaisse, marque sans doute d'une sélection fort ancienne des animaux les plus résistants.

Au Texas, il existe un troupeau d'environ 15 000 nilgais (KYLE, 1990), qui sont les descendants des animaux d'un zoo introduits en 1940. Ils se nourrissent d'une proportion variable d'herbes, de Graminées et de plantes de brout. Les M.A.D. doivent constituer au moins 8% de leur alimentation. En dehors de cette exigence, les nilgais sont extrêmement faciles à élever et acceptent une grande variété de conditions environnemen-

tales, ce qui les rend particulièrement bien adaptés à un élevage en ranchs. Ils peuvent s'adapter à une grande variété de conditions et prospérer d'autant plus rapidement que leur capacité de reproduction est élevée. Dans un peu plus de la moitié des naissances qu'on a enregistré dans un troupeau texan, il s'agissait de jumeaux et après un peu de temps pour s'adapter à un nouvel environnement, on peut s'attendre à ce que les femelles produisent une moyenne de deux veaux par an. Toutefois, la mortalité des très jeunes est assez élevée. Il convient aussi de signaler que les nilgais n'ont pas bon caractère: ils sont nerveux et méfiants, et cela peut les amener à devenir méchants. C'est ainsi que lorsqu'ils sont confinés dans un espace restreint, par exemple au moment du rassemblement du troupeau pour des soins vétérinaires, des mâles peuvent tuer des femelles.

Dans leur aire d'origine, en Inde, les nilgais sont protégés depuis 1972 par l'Acte de protection de la faune, si bien que leur nombre était évalué en 1990 à plus de 7 000 individus dans chacun des Etats de Haryana et du Rajasthan. Ils sont devenus si nombreux que dans les régions où ils ne sont pas contrôlés, ils sont devenus une menace pour les agriculteurs, dont ils mangent les récoltes en vert: le léopard et le tigre, qui en étaient les prédateurs naturels, ont été éliminés du milieu. Logiquement, on devrait limiter leur nombre en faisant des abatages contrôlés pour maintenir leur nombre à un chiffre raisonnable, mais les habitants de la région sont majoritairement des Bischnois, une secte fondée au XIII^{ème} siècle par JAMBHOJ, qui interdit rigoureusement de couper un arbre vivant et de tuer un animal; cette dernière interdiction est particulièrement sévère en ce qui concerne les nilgais parce que JAMBHOJ a annoncé à ses disciples qu'il se réincarnerait pour l'éternité sous la forme d'une antilope. Dans certains villages d'Haryana, on a pu estimer que, certaines années, les nilgais avaient détruit 75% de la récolte.

On a commencé des élevages de nilgais, notamment aux Etats unis et en Grande Bretagne, mais il ne semble pas qu'on ait commencé la sélection de lignées ayant un tempérament plus pacifique et plus doux que la moyenne des animaux. Au demeurant, le nilgai est peut-être, des quelques 200 espèces connues de grands herbivores sauvages, celle qui a fait l'objet du plus petit nombre d'études. Cependant, c'est un animal si prometteur pour la domestication et l'élevage qu'on a pu écrire qu'il pourrait bien devenir le premier des nouveaux animaux domestiques du prochain millénaire (KYLE, l.c.).

Cervidés d'élevage

A l'île Maurice, on exporte des daims produits dans des fermes d'élevage, où le brouet est couramment employé. Cet élevage a commencé en 1976, pour produire de la venaison et des sous-produits. Il y avait cinq fermes d'élevage en 1982, qui s'étendaient sur 256 ha et groupaient 1350 daims. En 1987, le nombre de fermes était de sept, celui des animaux atteignait 7290 et la surface couverte était de 983 ha (JOMUN, 1990). L'espèce utilisée est *Cervus timorensis russa*, qui existe à l'île Maurice à l'état sauvage depuis 350 ans. Les animaux sont nourris avec des molasses et des bagasses de canne à sucre, qui sont disponibles en saison sèche, avec de l'urée, du brouet de *Cassia florida* et de *C. arabica*, voire de *Casuarina equisetifolia*, de *Psidium cattleianum*, de *Rubus rasoefolia*. Ils consomment aussi du chiendent bourrique *Stenotaphrum dimidiatum*, de l'herbe d'argent *Ischaemum aristatum*, et surtout du fourrage de haute qualité composé d'un mélange de Graminées cultivées et de Légumineuses, dont essentiellement *Leucaena leucocephala* connu localement sous le nom d'"acacia". Les recherches en cours portent sur:

- ♦ les effets des Cervidés sur le sol, la couverture du sol, et la production ligneuse,
- ♦ l'impact des Cervidés sur le pâturage,

- ♦ le développement de plantations de pins fréquentés par les Cervidés,
- ♦ l'identification et l'évaluation de fourrages de haute valeur pour les Cervidés et les méthodes optimales d'utilisation de ces fourrages.

L'élevage de ces animaux sert l'économie mauricienne en produisant de la venaison de grande qualité, appréciée par toutes les classes de la population, et également exportée. Les bois, les andouillers et les peaux sont exportés ou traités par l'artisanat local. L'économie bénéficie aussi de nouveaux emplois, d'une attraction supplémentaire pour les touristes, et de l'utilisation par cet élevage de terres marginales qui n'avaient pas d'emploi.

La même méthode d'élevage est pratiquée à La Réunion, mais les animaux sont tués dans des battues par des chasseurs "privilégiés", ce qui amène à juste titre des plaintes contre ces privilèges d'une autre époque.

En Nouvelle Calédonie, l'élevage du cerf de Java, *Cervus timorensis* (= *Rusa timorensis*), est en plein développement depuis deux ou trois ans, avec l'appui des autorités. Comme le rapporte Philippe CHARDONNET (1988), les premiers cerfs, au nombre de 12, ont été débarqués en février 1870 à Nouméa par l'avis "Guichen"; ils avaient été offerts à l'épouse du Gouverneur Guillain par le Gouverneur de Java à l'occasion d'une escale. Les premiers cerfs ont proliféré rapidement et les colons se plaignaient dès 1882 de subir des dégâts dans leurs fermes. En 1885, le cerf était considéré comme un fléau et sa chasse encouragée. Au début du XX^e siècle, les hardes couvraient la quasi-totalité de la Grande Terre, ce qui représente une vitesse de propagation de l'espèce d'environ 14 km par an en moyenne. Les importantes densités d'animaux en certains endroits ont amené à commencer une exploitation industrielle des animaux: au début de la Première Guerre mondiale, les peaux des cerfs étaient exportées vers les E.U.A., l'Australie et le Japon et vers la fin des années trente,

on dépassait 250 000 têtes. Pendant la Seconde Guerre mondiale, le cheptel a été considérablement réduit du fait de l'occupation de l'île par des troupes américaines. En 1987, on estimait la population entre 100 000 et 120 000 têtes, et la Nouvelle Calédonie possédait le second troupeau du monde de cette espèce, après l'Indonésie. On trouve aussi le cerf de Java en Australie, en Nouvelle Zélande, en Papouasie-Nouvelle Guinée, aux îles Fidji, à La Réunion et à Maurice. En février 1987, l'Agence de développement rural et d'aménagement foncier (ADRAF) a mis en route une opération de promotion de l'élevage du cerf de Java en Nouvelle Calédonie. Ceci devrait permettre:

- de créer de nouveaux produits d'exportation;
- de contribuer à la relance de la "brousse" en créant une valeur ajoutée supplémentaire pour le secteur rural et un flux financier centrifuge (du secteur urbain vers le secteur rural);
- d'améliorer le niveau de vie des éleveurs traditionnels en leur apportant un complément de revenus;
- de créer ou d'améliorer des industries de transformation (aliments du bétail, tanneries, conserveries, abattoirs, charcuteries, chaînes de froid, ...);
- de participer à un meilleur aménagement de l'espace rural, notamment par la mise en valeur de nouvelles terres, essentiellement de terres marginales, tout en préservant l'environnement et les ressources naturelles;
- de fixer ou d'installer de jeunes agriculteurs grâce à une activité attrayante et productive.

Au début de 1990, les premiers résultats étaient encourageants.

Le bétail d'élevage

Des animaux adaptés

Dans l'utilisation d'animaux dans des types de végétation avec des arbres, des arbustes, ou même des arbrisseaux, il

faut tenir compte de dommages que peuvent causer les animaux aux végétaux ligneux, surtout s'il s'agit d'arbres de valeur, comme dans une plantation par exemple. Les dommages qui peuvent être causés dépendent, comme l'a rappelé Box (1978):

- des types d'animaux,
- de la densité des animaux,
- de l'espèce d'arbre en cause,
- de l'âge des arbres,
- de la disponibilité d'autres fourrages,
- et du système pratique de gestion, donc de l'Homme.

Par ailleurs, les animaux utilisés doivent être physiquement adaptés à la circulation dans le type de végétation en question. Si les caprins et dans une certaine mesure quelques races d'ovins à laine courte peuvent être élevés avec quelque profit dans une garrigue, il n'en est pas de même des bovins, bien que la production fourragère qui s'y trouve permette théoriquement leur maintien. Inversement, des ovins à laine courte supportent difficilement les régions arides de Chine centrale, où les froids d'hiver sont très vifs, bien que la flore locale fournisse les espèces nécessaires à leur entretien. Dans la nature, on peut voir que la distribution des espèces animales suit des règles strictes, et qu'elle dépend en grande partie de la distribution des espèces ligneuses. Sans entrer dans les détails, la gazelle de Grant et le gnou, comme le zèbre et le bubale, sont des espèces qui vivent essentiellement dans des formations herbacées; la gazelle et le bubale font entrer à l'occasion des rameaux de ligneux dans leur diète, mais ils ne leur sont pas indispensables. Au contraire, le dikdik et le petit koudou vivent dans des boisements denses, au moins une partie de la journée, et un régime de brouet leur est indispensable. Cette adaptation des espèces animales à un environnement plus ou moins riche en ligneux ressort d'une étude faite au cratère du Ngorongoro (Parc du Serengeti, Tanzanie). Elle montre par exemple que l'éléphant, le cobe à croissant et le rhinocéros fréquentent toute l'année les boisements à *Acacia xanthophloea* et

Achyranthes sp.pl., et se nourrissent régulièrement des rameaux de l'acacia à fièvre, alors que le zèbre, l'hippopotame et le gnou fréquentent les mêmes peuplements toute l'année, mais n'en tirent qu'une toute petite part de leur nourriture, pratiquement surtout de décembre à mars. Une observation similaire est faite dans les complexes boisements / forêts / brousse fréquentés par le zèbre, le buffle, l'élan, l'éléphant, l'orcougoue et le bubale, où seuls parmi ces espèces l'éléphant et le buffle sont des consommateurs toute l'année du brouet à leur disposition.

Dans les régions chaudes sujettes à la sécheresse, les animaux sont confrontés à toutes sortes de problèmes: températures très élevées, eau pour boire rare et souvent salée ou saumâtre, rareté du fourrage, qui est en outre souvent salé et pratiquement non appétible. Il n'est donc pas étonnant que dans les périodes de sécheresse exceptionnelle, la plupart des mammifères qui fournissent à l'homme son alimentation deviennent improductifs ou même périssent.

Le dromadaire rumine mais n'est pas un vrai ruminant. En effet, il a besoin de sel. Celui-ci entre dans le rumen où se trouve une riche microflore qui forme des protéines bactériennes et protozoïques. Le transit est rapide. La digestion intestinale libère des amino-acides dans le sang. L'absorption du sel et de l'eau est gouvernée par les hormones aldostérone et probablement A.D.H. Le sel est le facteur limitant dans l'absorption de l'eau. Le dromadaire déshydraté préfère la nourriture salée, ce qui assure le mécanisme d'absorption de l'eau et du sel et est vital pour la survie de l'animal.

L'A.D.H. absorbe l'urée et l'eau de l'urine et les recycle dans le rumen où elles fournissent des protéines. C'est pourquoi le dromadaire consomme volontiers des buissons salés, comme les *Atriplex*, qui lui donnent les protéines mais aussi le sel qui est indispensable au contrôle hormonal de l'absorption d'eau (YAGIL *et al.*, 1988).

Types d'animaux

Il est certain que des ovins introduits en forêt n'y causeront en général que des dégâts légers, car ils sont essentiellement des pousseurs et non des brouteurs. Particulièrement si l'on introduit en forêt des races adaptées, légères, comme le sont les moutons forestiers d'Afrique de l'Ouest, qui ne causent pas de dégâts de piétinement, qui sont résistants aux trypanosomiasés, aux hémonchoses et à d'autres maladies tropicales, et qui ont d'ailleurs été introduits en Amérique tropicale et sub-tropicale au XVII^e siècle par les bateaux négriers. Une hybridation de cette race a donné le mouton rouge poilu dit afro-colombien, qui a été introduit en 1979 en Equateur (BISHOP, 1983). Vers 1950, le troupeau comptait 20 brebis et 1 bélier achetés. Au début de 1981, on a importé 2 béliers des Barbades à ventre noir et vers le milieu de 1982 on comptait plus de 100 bêtes dans le troupeau. Les jeunes brebis se sont mises à reproduire entre 11 et 13 mois, avec un taux de 1,35 à 1,80 agneau par portée et un intervalle de 6 à 8 mois entre les portées. Plus la portée était longue, plus l'intervalle entre deux portées était long. Il a suffi de 11 à 13 mois aux agneaux mâles pour atteindre le poids commercialisable de 40 à 45 kg vif. Ces moutons tropicaux ont ainsi de bonnes performances, même si 40 kg d'agneau mâle vif n'égalent pas sur le plan économique 150 à 200 kg de veau vif; ces performances peuvent permettre une comparaison avec des bovins, comme le montre le tableau 28.

Mais les causes de dommages mentionnées ci-dessus peuvent interférer les unes avec les autres, notamment en se renforçant. Par exemple, si des moutons ont été privés de pâturage pendant quelque temps et sont autorisés en forêt, ils peuvent être pris d'une fringale et ne pas résister à manger des écorces, qu'en temps normal ils n'auraient pas touchées, comme cela est arrivé dans quelques communes des Landes (France) en 1985.

	Ovin tropical	Bovin tropical
taux de parturition	1,35 agneau	1,0 veau
intervalle entre naissances	6 mois	12 à 14 mois
petits par an	2,7	0,9
âge à la première naissance	12 mois	36 mois
âge à l'abattage	12 mois	36 mois

Tableau 28 - Performances des ovins et des bovins tropicaux en Equateur.

Source : BISHOP, 1983

Densité des animaux

Il tombe sous le sens que plus grand est le nombre d'animaux qu'on laisse pénétrer en forêt et plus grandes sont les chances qu'ils y causent des dommages. C'est quelquefois ce qui se passe dans les régions alpines lorsqu'à la fin du printemps on remonte les bêtes aux mailles des villages sur les pâturages d'altitude: les troupeaux comportent un grand nombre de têtes pendant la remontée avant d'être répartis entre diverses zones de pâturages, et le tassement du sol qu'ils provoquent peut causer, sur les sols encore engorgés d'eau par la fonte des neiges, des dégâts

sérieux et l'amorce d'une sévère érosion.

En montagne également, l'introduction de bétail sur des terres fraîchement défrichées qu'occupait auparavant la forêt peut entraîner une érosion brutale du sol qu'on vient de découvrir de sa couverture arborée. Ceci peut être causé par de petits ruminants, aux sabots étroits et "perforants" autant que par du gros bétail, plus lourd mais aux soles plus larges.

Dans les régions forestières, le défrichement de la forêt est souvent suivi par une rapide poussée des Graminées, et les agriculteurs et éleveurs ne résistent pas

Aliments du futur aux E.U.A.

Dans un futur proche, les bovins de boucherie consommeront davantage:

- ♦ du "distillat complet", un sous-produit de la production d'alcool de grain;
- ♦ des têtes égrenées de tournesol, dont la digestibilité est comparable à celle d'un foin de qualité;
- ♦ des pellets en plastique : 50 g.jour⁻¹ pour râcler le tube digestif équivalent à 2 kg de foin; on les récupère à l'abattage ... et on les réutilise;
- ♦ de la litière de poulailler, riche en fibres et en azote non protéinique, qui est très riche nutritionnellement à cause des déchets d'animaux;
- ♦ des sous-produits du maïs, tels que gluten, farine de gluten, grains séchés de résidus de distillerie, comme protéines d'apport dans des régimes riches en lest et pauvres en protéines;
- ♦ de l'ensilage de maïs, utilisé actuellement pour les boeufs au pâturage: si on améliore seulement de 10 à 15 % sa valeur alimentaire, cela deviendra un aliment de finition;
- ♦ autres : déchets de pommes de terre, déchets de marchés de légumes, poussière d'éleveurs de silos, déchets de bois, utilisés essentiellement comme lest.

On obtiendra des animaux moins gras, finis en 100 à 110 jours au lieu de 140 à 160 jours aujourd'hui. On pratiquera aussi la reconstitution de viande à partir de tout petits morceaux.

(BATELLE MEMORIAL INSTITUTE 1983)

à envoyer un grand nombre de leurs animaux dans ces parcelles défrichées dès que la surveillance (au moins théorique) des services forestiers a cessé sur les parcelles exploitées; il s'ensuit très souvent une forte dégradation du sol, quelquefois irréversible si elle se prolonge, par exemple quand l'année a été peu pluvieuse et que la densité des troupeaux sur la parcelle défrichée est alors maximale.

Cependant, il ne faut pas crier automatiquement à la dégradation du sol, voire à la désertification, quand une zone est privée de sa végétation, et encore moins en rendre responsables les éleveurs. Ainsi, dans les zones arides, il est fréquent de voir de vastes auréoles de dégradation apparente autour des points d'eau: c'est ce qui se passe très souvent au Sahel par exemple, où les abords des points d'eau sont quelquefois complètement dénudés. Cette dénudation ne signifie pas automatiquement qu'il y ait désertification, si l'on garde à ce mot son sens scientifique, c'est-à-dire le passage d'un faciès aride à un faciès hyperaride sous l'action de l'Homme (BAUMER, 1987: 15) et non le sens conventionnel que lui a donné la Conférence des Nations unies sur la désertification en 1977.

En effet, dans de nombreux cas, il suffit de protéger les terroirs en cause de leur usage par les animaux pour voir, aux premières pluies, apparaître un tapis végétal souvent dense: le pouvoir de régénération de la végétation n'était pas détruit, et les graines qui attendaient dans le sol trouvent des conditions favorables pour se développer. Cependant, on récupère ainsi surtout des espèces à faible valeur pastorale, nitrophytes, rudérales, etc. mais à faible coût.

Espèces d'arbres et âge des arbres

Toutes les espèces ligneuses ne sont pas également sensibles à l'action des animaux. Il en est qui sont peu solides, comme le *Moringa oleifera*, et qui cassent facilement si les animaux s'ap-

puient sur elles. Cette fragilité dépend, bien entendu, de l'âge de l'arbre, un jeune arbre étant plus fragile qu'un gros. En plus des dommages éventuels de casse, il convient de tenir compte de ceux que peut produire le broutage lui-même. Des plantations forestières d'espèces peu appréciées par le bétail, comme celles de *Grevillea robusta* ou d'*Azadirachta indica*, ou des forêts de pin maritime âgées, comme on en trouve dans les Landes (France), peuvent supporter temporairement des charges de bétail importantes sans graves dommages. Au contraire, ces mêmes pinèdes lorsqu'elles sont jeunes, ou des chênaies qui viennent d'être régénérées, souffrent beaucoup de l'introduction des animaux: il faut la limiter dans le premier exemple et l'interdire absolument dans le second.

Nos connaissances sur les aptitudes des végétaux ligneux à plus ou moins bien réagir au broutage des animaux et à leur simple fréquentation par les animaux sont encore presque élémentaires. Cependant, les travaux en cours, très performants, de l'École d'Avignon (INRA, France), permettent d'espérer une importante amélioration de nos connaissances dans quelques années.

Disponibilité d'autres fourrages

Les résidus agricoles constituent une part importante de l'alimentation du bétail. Même dans des régions économiquement retardées, comme il en existe beaucoup en Afrique, la part des résidus de culture dans la nourriture tend à augmenter, comme le montre le tableau 29 (SANDFORD, 1989). Au Sahel malien, DICKO *et al.* (1984), ont montré que les bovins tiraient 16% à 40% de leur alimentation en matière sèche des résidus de cultures, et 50% à 80% dans les mois les plus secs, tandis que les moutons ne dépassaient pas 40% pendant ces mois, et les chèvres beaucoup moins. Ceci est dû au fait, d'une part, que les bovins ont plus de goût que les autres animaux pour les résidus de cultures, et, d'autre part,

au fait que les éleveurs favorisent l'accès à ces résidus par les bovins. Par ailleurs, le pourcentage en protéines et en phosphore des résidus agricoles est souvent plus élevé que dans les herbages naturels: il est de 2 à 3 fois plus élevé dans la zone subhumide du Nigéria, comparable à celui du brouet, ou inférieur en ce qui concerne les protéines.

L'augmentation de la part de résidus agricoles dans l'alimentation des animaux se fait assez souvent aux dépens du fourrage de brouet, et traduit le fait que l'élevage a tendance à devenir moins mobile. Mais l'utilisation des résidus de cultures pour la nourriture du bétail est en compétition avec leur utilisation pour briser le vent (par exemple, tiges de mil maintenues sur pied dans les couloirs cultivés entre les dunes longitudinales en "sifs" - ou lames de sabre -, au nord de Bara, au Kordofan, Soudan), avec leur utilisation comme couverture anti-érosive (dans tout le Sahel), ou pour faire du compost (Rwanda). Ce ne sont pas là les seuls cas où la production animale est en conflit avec la production végétale: par exemple, le piétinement des animaux sur le sol réduit l'infiltration de l'eau et la capacité de rétention, et provoque la compaction du sol, amorçant souvent ainsi une érosion.

Comme l'écrit BELLON (1989): "Par la vaine pâture ou le stationnement, les troupeaux sont le plus ancien et le plus agressif des facteurs de dégradation des terres sur lesquelles ils séjournent ... C'est par le "pied" des bêtes que l'horizon superficiel est déstructuré, d'autant plus et plus vite que l'environnement climatique est plus sévère, et que les pieds sont plus nombreux et petits. Ce n'est pas pour rien qu'un engin de choix pour stabiliser les plateformes routières est appelé pied de moutons". Contre les effets de pieds, la complémentarité agropastorale peut agir dans les zones où les propriétaires d'animaux sont les exploitants des terres de culture: on peut alors envisager le recours à des techniques agroforestières productrices de fourrage et l'introduction de soles fourragères

dans les cultures, qui permettent de combiner harmonieusement pacage, broutage et alimentation à l'auge suivant un plan d'alimentation.

On notera à ce propos qu'en Afrique de l'Ouest, il existe une corrélation directe entre l'intensité de la traction animale et la productivité céréalière.

coutumier de l'eau. Depuis que le nombre des animaux dépasse presque partout la capacité de charge, ces bons principes ne sont plus respectés et il est devenu difficile de faire accepter une régulation des pâturages.

Les dommages susceptibles d'être causés à la forêt par le broutage sont d'au-

forestières des régions sèches quand on les ouvre trop tardivement aux animaux en période de sécheresse; les animaux affamés s'y précipitent et se jettent sur la nourriture, causant quelquefois de sévères dégâts. Dans ces cas, il vaut mieux ouvrir progressivement les réserves, bien avant que l'absolue nécessité s'en fasse sentir, ce qui permet d'ailleurs d'en mieux garder le contrôle.

Pays	% de la surface arable cultivée avec traction animale	Productivité des céréales (t.ha-1)
Sénégal	57	0,89
Mali	36	0,79
Tchad	19	0,74
Burkina Faso	14	0,45
Niger	3	0,41

Le problème du piétinement est beaucoup plus difficile dans les lieux de stationnements répétitifs et prolongés, comme aux abords des points d'eau de zone sèche. Il s'est aggravé, notamment au Sahel, depuis les intempêtes reconstitutions de troupeaux qui ont précédé la reconstitution des pâturages. Il y a quelques décennies encore, existait dans ces zones un tour d'accès aux points d'eau, que les éleveurs respectaient et faisaient respecter: cela faisait partie du savoir-vivre autant que du droit

tant plus grands que la disponibilité aux environs d'autres sources d'affouragement est plus faible. Lorsqu'il n'y a pas de fourrage disponible autour d'une forêt, par exemple, le bétail exploite intensément celle-ci, beaucoup plus que s'il était en mesure de trouver de la nourriture en dehors de la forêt; il consomme alors un plus grand nombre d'espèces et même des espèces habituellement considérées comme non appétibles, et il consomme davantage de chaque espèce. C'est ce qui se passe dans les réserves

Dans le Sud tunisien, NOVIKOFF (1986) a montré que, au début de l'été, 69,5% de la ration en poids chez les ovins et 87,1% chez les caprins étaient constitués par de petites plantes pérennes, et, respectivement 4,6% et 4,5% par des buissons, ce qui montre la grande importance des plantes pérennes dans l'alimentation au début de l'été. Ces proportions varient énormément au cours de l'année et au cours de chaque saison dans l'année. Par exemple, les buissons représentent près de 35% de la ration des chèvres en fin d'été, alors qu'ils ne comptent que pour 7,8% de la ration des ovins. A l'automne, les chèvres consomment 45,4% de buissons, mais les ovins seulement 12,2%. En début de pâturage d'hiver, les ovins

Espèces	Environnement	% de la nourriture de résidus de cultures		Sources et commentaires
		*	**	
Bovins	Troupeau agripastoral au Mali semi-aride	43	-	LAMBOURNE <i>et al.</i> (1983), TP DICKO et SANGARE (1984), TP, 3 mois les plus secs DICKO et SANGARE (1984), TP, 6 mois les plus secs POWELL (1986), TP, 3 mois les plus secs VAN RAAY et DE LEEUW (1974), 1 ou 2 mois les plus secs BAYER (1986), 1 mois très sec BAYER (1986), 1 mois très sec
	Système agripastoral à base de mil au Mali semi-aride	16	56	
	Système agripastoral à base de riz au Mali semi-aride	40	62	
	Nigéria sub-humide, système à base de sorgho et de mil	20	50	
	Cultures de sorgho et mil au Nigéria semi-aride	-	80	
	Zone de cultures au Nigéria sub-humide	13	56	
Réserve pastorale du Nigéria sub-humide	7	50		
Ovins	Système agripastoral à base de mil au Mali semi-aride	7	-	DICKO et SANGARE (1984), TP DICKO et SANGARE (1984), TP
	Système agripastoral à base de riz au Mali semi-aride	12	-	

Tableau 29 - Contribution annuelle et saisonnière des résidus de cultures à la nourriture des ruminants domestiques

TP = l'estimation faite d'après le temps de pâturage; * = sur toute l'année; ** = pendant les mois les plus secs

Source: SANDFORD, 1989

consomment 7,8% de buissons et les caprins 17,3%, mais ces pourcentages montent vite et atteignent en fin de saison respectivement 67,9% et 84,0%. Au printemps, les ovins consomment 20,9% de ligneux et les caprins 42,9%. Après six ans d'essais à Dar Edhaoui (Tunisie), le même auteur a trouvé que la production pastorale dépendait du traitement que subissait la végétation. Ainsi, la part des espèces annuelles dans la production ne varie-t-elle pas énormément suivant le traitement: entre 22,11% en pâturage de fin de printemps à la mi-été, jusqu'à 30,06% en pâturage différé de printemps. Mais il en est tout autrement avec les espèces ligneuses, comme le montre le tableau 30.

Petits animaux divers

Chenilles

L'élevage sur des feuilles d'arbre récoltées de chenilles pour servir de base à des préparations culinaires est assez répandu dans certains pays du sud-est asiatique et en Amérique latine. Il faut aussi noter l'élevage sur des feuilles d'arbres d'autres chenilles pour fabriquer de la soie dont nous traiterons plus loin.

Lapins, chinchillas et cobayes

Il est possible d'élever des lapins, des chinchillas et des cobayes en utilisant largement des feuilles d'arbres récoltées, comme cela se fait en Chine. O. de

SERRES (1600) citait déjà les lapins dans son célèbre ouvrage et la possibilité de les nourrir avec des feuilles d'arbres comme celles du mûrier. RAHARJO *et al.* (1986) évaluent les fourrages et sous-produits tropicaux dans l'alimentation du lapin. En Haïti et dans les Antilles françaises, il est courant d'élever des lapins en les nourrissant de noix de coco jeunes dont on a consommé le lait et de branchages de l'arbrisseau *Hibiscus rosa-sinensis*, qui constitue un certain nombre de haies vives dans les îles des Caraïbes; les jeunes pousses de l'*Hibiscus* contiennent environ 15% de protéines brutes et 16% de cellulose brute (LEBAS *et al.*, 1984). Sont également utilisés pour nourrir les lapins les *leucaenas* et, en Thaïlande, le *Mimosa pigra*, dont les teneurs en protéines brutes sont comparables et voisines de 22%. Autrefois, les feuilles de frêne étaient utilisées en France pour nourrir les lapins (LEBAS *et al.*, l.c.).

Des essais d'application sont faits actuellement en Amérique centrale et surtout au Pérou pour développer l'élevage des cobayes comme source de nourriture; ils ont l'avantage de pouvoir vivre dans les habitations, dans les cuisines en général, et de ne pas exiger d'installations particulières, s'accommodant fort bien des milieux où vit l'Homme et se nourrissant de déchets et d'épluchures que la cuisinière laisse tomber par terre, exerçant ainsi une fonction de nettoyage.

Vers de terre

BOUCHE (1984, 1987) est à l'Institut national de la recherche agronomique en

France (INRA) le spécialiste des vers de terre. Il a beaucoup publié sur ce sujet, et a montré notamment que les vers représentaient souvent un pourcentage considérable de la biomasse. Ces vers sont souvent utilisés ou utilisables comme sources de protéines. De petites unités de traitement d'ordures ménagères ont été conçues pour produire des vers de terre, qui sont utilisés dans des fermes spécialisées pour assurer le "labour" du sol.

Les vers sont souvent utilisés ou utilisables comme source de protéines. Ils jouent un grand rôle dans le labour et l'aération du sol.

Les vers de terre sont plus ou moins nombreux dans les sols. On ne trouve généralement que peu de vers de terre lorsque la pluviosité est inférieure à 800 mm: il en existe pourtant beaucoup à la Station de terrain de l'ICRAF à Machakos (Kenya), où ne tombent en moyenne que 760mm de pluies, en deux saisons il est vrai, et avec une très grande variabilité, entre 370 mm (en 1987) et 1370mm (en 1963). Les vers de terre peuvent être classés d'après leur façon de se nourrir (LAVELLE, 1983); on distingue:

- ♦ les épigéiques, qui tirent leur nourriture de la litière et qui vivent dedans;
- ♦ les anéciques, qui vivent dans le sol, mais qui se nourrissent à partir de la litière;
- ♦ les oligohumiques, qui se nourrissent à partir de sols pauvres en matière organique (horizons profonds notamment);

Pâturage	continu	différé de printemps	différé de fin de printemps / été	différé de mi-été / fin d'été
<i>Rhazenterium suaveolens</i>	47,71	22,56	37,54	30,23
<i>Artemisia campestris</i>	0,23	5,38	1,67	18,01
Autres ligneux et Graminées vivaces	5,07	15,21	29,56	19,97

Tableau 30 - Pourcentage de végétation ligneuse sous différents traitements pastoraux sur 6 ans à Dar Edhaoui, Tunisie.

Source: d'après NOVIKOFF, 1986

- les mésohumiques, qui se nourrissent à partir de sols moyennement riches en matière organique;
- les polyhumiques, qui se nourrissent à partir de sols très riches en matière organique, comme des poches de sol où se décomposent des racines.

Des expériences montrent cependant que les vers qui se nourrissent à partir des racines ont un développement bien plus faible que ceux qui se nourrissent à partir de la litière.

Lorsque l'aridité s'accroît, soit le long d'une catena de sols, soit le long d'un gradient pédologique, les épigéiques et les anéciques deviennent relativement plus nombreux. Corrélativement, les vers qui vivent dans les horizons profonds disparaissent, à l'exception des oligohumiques.

Les vers anéciques et épigéiques ne sont pas nombreux, notamment dans les savanes humides, et comparé à celui des termites, leur rôle dans la décomposition de la litière est minime. Cependant, ils contribuent à l'enfouissement de la matière organique.

Les endogéiques sont des mélangeurs de sol très actifs: dans les zones humides, un ver ingère chaque jour au moins trois fois son poids de sol sec et cette proportion atteint trente fois pour les individus jeunes, qui absorbent beaucoup; SENAPATI *et al.* (1983) ont montré que, dans des pâturages humides, 13 à 16 % de la production primaire totale peuvent être utilisés par les vers. Les populations de vers peuvent absorber plus de $1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ de sol dans une savane humide (LAVELLE, 1978). Seulement 25% du sol ingéré sont déposés à la surface du sol; le reste, transformé, reste dans le sol. Par ailleurs, environ 20 à 30% des réserves humiques du sol sont contenues dans le sol qui passe par le tractus intestinal des vers de terre. Dans les horizons superficiels (0 à 10 cm) c'est jusqu'à 70% de la matière organique du sol qui est transformée par passage dans les vers, où elle est partiellement transformée et reçoit

notamment un apport de mucopolysaccharides. On a calculé qu'environ $160 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ de mucopolysaccharides pouvaient être produits par les vers de terre, dont l'effet est d'amorcer les réactions biologiques; même en tenant compte du fait qu'une grande partie de ces sucres est réabsorbée par les vers, leur transit dans le sol a une action importante: on a calculé (LAVELLE, *et al.*, 1983 a) qu'après son rejet par les vers, le sol est 20% plus riche en carbone assimilable qu'avant son ingestion. Une activité microbienne commence aussitôt après le rejet par le ver, provoquée par le passage dans le ver, et elle dure environ un mois; comme les vers reprennent souvent les fragments de sol qu'ils ont déjà absorbés préalablement, il s'ensuit une activité microbienne extrêmement favorable à l'assimilation des éléments nutritifs par les plantes (LAVELLE *et al.*, 1983 b).

LAVELLE (1983) a montré que les vers de terre dans les pâturages tropicaux atteignent jusqu'à 700 individus par m^2 avec des biomasses de 49 g de poids frais. De telles valeurs dépassent celles constatées en forêt équatoriale (9,8 $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ à Laguna Verde, Mexique, et 3,5 $\text{g} \cdot \text{m}^{-2}$ à Lamto, Côte d'Ivoire, en forêt galerie) mais correspondent à peu près à celles trouvées à Spiboke, Suède. Elles sont bien plus faibles cependant qu'en forêt tempérée chaude où la biomasse des vers atteint $287 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$.

Dans les régions arides, l'azote est le principal facteur limitant de la productivité des sols (PENNING DE VRIES *et al.*, 1982). Il semble que dans les régions humides, il n'en soit pas de même: la minéralisation de l'azote par des microorganismes implique en effet une importante utilisation de carbone organique (KRUH, *et al.*, 1982), qui n'est pas abondant dans ces régions, et le carbone assimilable encore moins. On a montré (DARICI, 1978) que dans les savanes humides l'apport de quelques molécules de carbone, sous forme de gélose par exemple, activait les Bactéries minéralisatrices; celles-ci ne fixent pas l'azote

atmosphérique mais décomposent la matière organique. MENAUT *et al.* (1985) indiquent que des apports directs d'azote minéral n'activent pas les Bactéries, ni le recyclage de la matière organique; on a même observé un effet inverse; d'où KAISER (1983) conclut que le facteur limitant dans les savanes humides n'est pas l'azote mais le carbone.

Sauterelles et sauteriaux

Grands consommateurs de feuillage, sauterelles et sauteriaux sont aussi consommés par l'Homme à l'occasion dans certaines régions à faibles ressources alimentaires ou irrégulières, comme l'Afrique tropicale sèche.

Fourmis

Les fourmis sont elles aussi quelquefois consommées par l'Homme, et comme elles se nourrissent en partie de feuilles, souvent prélevées sur des ligneux, il convenait de les mentionner ici. Des élevages de fourmis sont pratiqués en Allemagne et en France par les forestiers, pour servir d'aliments aux faisans.

Iguanes, lézards et varans

Depuis quelques années, ces animaux sont élevés en Amérique centrale et des essais ont commencé en Afrique (Côte d'Ivoire, Bénin, Nigéria, Sudan).

Dans quelques pays d'Amérique centrale, les iguanes sont un mets très recherché, surtout parce que leur consommation passe pour avoir des effets aphrodisiaques. Par ailleurs, on a remarqué que ces iguanes se nourrissaient de préférence de feuilles d'espèces d'arbres de la forêt tropicale menacée de disparition; Des scientifiques ont donc conçu un système de production où :

- les iguanes mâles ont la réputation d'être plus érogène que les femelles.
- les iguaneux en voie de disparition sont multipliés artificiellement dans des réserves pour favoriser la multiplication des iguanes

- dans ces réserves, les populations d'iguanes sont exploitées sous contrôle.

On est ainsi en voie d'obtenir une forte augmentation de la production d'iguanes en même temps qu'un accroissement important du nombre d'individus d'espèces ligneuses menacées.

Petits rongeurs divers

L'élevage de divers petits rongeurs autres que ceux déjà mentionnés peut être considéré comme "une possibilité pour résoudre le problème alimentaire en Afrique" (HEYMANS *et al.*, 1988). La Fondation internationale pour la science (I.F.S.) soutient en Afrique deux projets d'utilisation de petits rongeurs. Parmi les rongeurs africains, l'aulacode *Thryonomus swinderianus*, improprement appelé agouti, les rats de Gambie *Cricetomys gambianus* et *C. emini*, le rat palmiste *Xerus erythropus*, et le porépic *Hystrix cristata* font partie de l'énorme quantité d'espèces, animales comme végétales, que l'Homme gère mal. Une chasse sans merci leur est faite, justifiée parce qu'ils sont une excellente nourriture pour l'Homme (ASIBEY, 1973; DEN HARTOG *et al.*, 1973), et parce qu'ils sont ses concurrents dans la recherche de nourriture; les rats de Gambie, par exemple, font une grande consommation de noix de palme et de papayes. Il est donc rationnel de chercher des méthodes d'élevage de ces animaux, comme on le fait notamment au Bénin, en Côte d'Ivoire et au Zaïre; on peut essayer d'associer certains de ces élevages à des systèmes sylvi-pastoraux ou agri-sylvi-pastoraux.

En Asie, et en particulier en Inde, l'élevage des petits rongeurs pourrait procurer de grandes quantités de protéines. Dans les magnifiques forêts de "sal", *Shorea robusta*, trois espèces pourraient, suivant les conditions écologiques, donner des résultats intéressants: le lapin, le cochon d'Inde, et les rongeurs du groupe des Myomorphes, que les Irulas du Tamil Nadu utilisent déjà

occasionnellement (ROY, 1991). De même, les tribus Bonda, qui vivent dans des forêts de "sal", élèvent de petits rongeurs après leur avoir enlevé les incisives et s'en nourrissent; ils ont un dicton: "Ce que les buffles apportent aux autres, ce sont les petits rongeurs qui nous l'apportent" (ROY, *l.c.*).

Quels que soient les espoirs que l'on puisse mettre dans l'élevage des rongeurs pour aider à résoudre le problème de l'alimentation des hommes, il ne faudra pas perdre de vue que ces animaux ont pour la plupart de grandes facilités de reproduction et qu'ils détruisent chaque année une partie importante des récoltes faites par l'homme, surtout en céréales.

Serpents et grenouilles

Les serpents sont assez souvent comestibles et donnent une viande qui n'est pas de goût désagréable, comme nous avons pu le constater au Soudan entre 1957 et 1961, et au Cameroun en 1981. Ils peuvent d'autre part constituer un moyen efficace de contrôle des rongeurs si ceux-ci deviennent trop nombreux. Certaines espèces sont couramment consommées, comme le serpent des rats en Inde, qui n'est pas venimeux. Concevable. L'élevage de serpents comme source de nourriture ne doit pas être confondu avec l'élevage de serpents venimeux pour la collecte du venin, qui est aussi une activité très lucrative, mais dangereuse. D'une façon générale, dans les zones sèches cultivées, les serpents aiment à se réfugier dans les haies basses de végétaux ligneux.

Les grenouilles sont consommées dans des pays de gourmets, comme la France, mais aussi dans les zones les plus pauvres de certains pays en développement, comme en Inde. Elles pourraient être élevées par de nombreux pays en voie de développement, soit pour la consommation locale, soit pour l'exportation vers des pays riches gros consommateurs qui n'arrivent pas à satisfaire leurs besoins (France).

Animaux de basse-cour

Les feuilles d'arbres sont une source intéressante de protéines, qui a surtout l'avantage d'être relativement bon marché dans les pays en voie de développement. Mais il est d'autres sources tout aussi riches, comme les algues, certaines Graminées, les vignes, et des lianes non ligneuses. En poids sec, les feuilles peuvent contenir jusqu'à 20 ou 30 % de protéines, de 12 à 18 % de fibres brutes, mais aussi de 500 à 650 ppm de xanthophylle. Leur utilisation par des non-ruminants est donc limitée par le taux élevé en fibres, et, dans certains cas, par la présence de facteurs toxiques ou d'inhibiteurs métaboliques. C'est généralement sous forme de farines que les feuilles sont utilisées dans l'alimentation des animaux de ferme non-ruminants. Certaines de ces farines sont incluses dans le régime alimentaire des poules d'élevage essentiellement pour leur richesse en xanthophylles, qui permettent d'obtenir des œufs et des animaux bien colorés. La richesse en protéines n'intervient guère, car leur digestibilité est faible, comme est aussi la valeur énergétique, inférieure à 6,25 MJ.kg⁻¹. On utilise jusqu'à 3 % de farine de feuilles dans le poids de l'alimentation des poulets et jusqu'à 5 % dans celle des poules pondeuses. Les xanthophylles sont des dérivés hydroxylés d'hydrocarbures caroténoïdiques, dont le groupement hydroxyle augmente la solubilité et l'absorption métabolique dans le système digestif des oiseaux. Par exemple, le β -carotène n'est pas un pigment mais, après une hydrolyse métabolique, il devient de la xéaxanthine, qui est un pigment caroténoïdique.

Parmi les farines de feuilles les plus utilisées, celle de *Leucaena leucocephala* est une des mieux connues. L'un des obstacles à sa consommation est sa richesse en mimosine, qui varie beaucoup suivant les provenances, de 2,0 % en Hawaï à plus de 3,5 % en Indonésie. La toxicité de la mimosine est due aux propriétés phénoliques ou alcaloïdes de la plante ou à l'action inhibitrice sur le

métabolisme de deux amino-acides aromatiques, la phénylalanine et la tyrosine. Il se peut aussi que les formations complexes qui résultent de la réaction avec les phosphates pyridoxaux inhibent l'activité des transaminases exigeantes en pyridoxine, ou sa chélation avec des ions métalliques, qui inhiberaient l'activité d'enzymes contenant des ions métalliques dans leur noyau.

Les effets de l'alimentation des Gallinacées et des pores avec des farines de leucaenas sont nettement négatifs: réduction des portées, réduction du nombre d'œufs, retard dans le développement du cycle sexuel, voire léthaux. Aussi est-il prudent de restreindre l'emploi de cette farine à un maximum de 5 % dans l'alimentation des poules et de 10 % dans celle des porcs. Au-dessus de ces nombres, des accidents sérieux peuvent se produire. Par ailleurs, on notera que les lignées de *Leucaena leucocephala* ont été sélectionnées et qu'on sait inoculer le bétail contre les inconvénients de la mimosine.

La farine de feuilles de *Trema orientalis* est utilisée dans la nourriture des poules dans le Sud-Est asiatique. CASTILLO *et al.* (1981) ont signalé que l'apport de 3 à 5 % d'une farine de ce type de bonne qualité ajoutés à des céréales, à du manioc, et à des patates douces donnaient des jaunes d'œufs bien colorés et d'une couleur comparable à celle qu'on obtient en nourrissant les oiseaux avec un régime à 40 % de maïs jaune. Ces auteurs ont également montré qu'il était possible d'utiliser jusqu'à 10 % de farine de feuilles de *Morus indicu* dans l'alimentation de Gallinacées sans améliorations ni inconvénients majeurs: mais il convient d'apporter un peu de $FeSO_4$ dans la nourriture.

On peut utiliser encore d'autres farines de feuilles dans l'alimentation des poules et des poulets sans inconvénients majeurs si l'on ne dépasse pas des quantités de 3 à 5 % en poids du régime alimentaire. Ainsi des farines de *Moringa oleifera* (CARIASO, 1988), de *Sesba-*

nia rostrata (SAZON, 1988), de *Pisonia alba* (RIGON, 1983) ont été employées dans le Sud-est asiatique.

Abeilles

De tous les représentants du règne animal présentant une utilité pour l'Homme, les abeilles sont probablement ceux qui ont le meilleur rapport entre la valeur des produits qu'ils fournissent (miel, cire, hydromel, propolis, etc.) et l'espace qu'ils occupent dans l'exploitation agricole. Par cela même, les abeilles sont d'un grand intérêt dans tous les pays qui ont des problèmes d'espace trop densément occupé où le climat permet l'élevage de l'une de leurs nombreuses espèces mellifères.

Abeilles dans des plantations ligneuses industrielles

En Asie du sud-est, on travaille depuis 1980 à l'introduction et au développement de l'apiculture dans les plantations ligneuses industrielles, et en particulier dans celles d'hévéa ou arbre à caoutchouc. Les exploitations sont de taille très variables, mais en général grandes, puisqu'on considère comme de petites exploitations celles qui font moins de 40 ha. C'est surtout pour ces "petites" exploitations que l'apiculture combinée avec la production de caoutchouc présente un intérêt. Comme dans tout le Sud-est asiatique, la race d'abeilles *Apis cerana* convient bien; elle est préférée à l'abeille européenne *A. mellifera*, notamment parce qu'elle a développé des mécanismes de résistance à *Varroa jacobsoni* et à *Tropilaelaps clarae*, deux mites redoutables pour les ruches. Elle est de petite taille, et affectionne les anfractuosités, les fissures, les troncs évidés de cocotier en particulier. Pour l'attirer, on utilise souvent un tronc de cocotier qu'on a creusé et fendu dans sa longueur, puis attaché avec quelques fils de fer qu'on coupe pour récolter l'essaim une fois qu'il s'y est installé. Dans les plantations d'hévéa, la récolte du miel se fait en février-mars, lorsque la floraison de l'hévéa est la plus fréquente: l'activité est saisonnière, on

transporte les ruches dans les plantations d'hévéa seulement pendant cette période et souvent jusqu'au début d'avril, après que les hévéas ont reformé et un peu durci leurs feuilles. Le nectar donné par l'hévéa provient en fait de plusieurs sources: les glandes à nectar des feuilles trifoliolées, les axes foliaires, les écailles des bourgeons et les fleurs, et même les stomates du dessous des feuilles adultes. La récolte du latex réduit la production de nectar en durée et en quantité; par ailleurs, le nectar des arbres dont on ne récolte pas le latex est plus sucré (ATIM *et al.*, 1989). Il existe d'assez sensibles différences entre individus en ce qui concerne la production de nectar. Par suite de différences clonales dans la chute et la formation des feuilles, certains clones produisent davantage de nectar avant l'hibernation qu'après; aussi recommande-t-on pour l'apiculture la plantation de mélanges de clones pour maximiser et régulariser la production de miel. Dans certaines régions la production de nectar coïncide avec des pluies fortes, qui lessivent le nectar et ne laissent que celui produit par les fleurs à la disposition des abeilles (ATIM, 1990). Choisir entre la récolte du nectar par les abeilles et récolter le latex est souvent difficile pour le petit exploitant, d'autant plus que le prix du miel d'une part et celui du latex d'autre part subissent des variations assez importantes et assez fréquentes. Cependant, en Malaisie, on adopte généralement la stratégie suivante: quand les feuilles de l'hévéa sont de couleur bronze, on augmente le nombre des colonies d'abeilles, et on leur donne une solution à 50% de sucre pour stimuler la recherche du fourrage; quand les feuilles sont de couleur vert clair et que l'arbre produit du nectar, on met des hausses dans les ruches, et on récolte le miel au début et à la fin de cette période; enfin, quand la production de nectar cesse, l'affouragement diminue et il est temps de transférer les ruches ailleurs (ATIM *et al.*, l.c.).

On peut récolter en moyenne 3 kg de miel par ruche et par an, dont 1/3 à 2/3 provenant de la période de floraison des

hévées. L'apiculture est encore à ses débuts en Malaisie. Avec 10 ruches par hectare de plantation d'hévées, on peut tirer cependant des revenus compris entre 69 et 118 dollars U.S. par mois, ce qui est important par rapport aux revenus habituels des paysans malais, qui, cependant, ne sont pas pauvres ni sous-alimentés, la Malaisie étant un pays assez riche et plutôt sous-peuplé. Le prix courant du miel d'hévéa reste toutefois très élevé; il était de 10 dollars U.S. par kg en 1989, alors que le sucre coûtait 0,60 \$/kg⁻¹, le miel importé (notamment d'Australie) 4 \$, la viande de poulet préparée 2 \$, et celle de bœuf 5 \$/kg⁻¹.

Les abeilles se nourrissent du nectar d'hévéa, ainsi que de celui d'autres plantes, en particulier de plantes basses du tapis herbacé. Le maintien de plantes adventices dans les interlignes, comme *Asystasia*, *Paspalum*, *Cleome*, *Boreria*, *Mimosa pudica*, peut quelque peu nuire à la croissance de l'hévéa, mais il permet par contre de disposer de davantage de nectar et de pollen pour les abeilles; il faudrait donc faire une étude détaillée et précise des avantages et des inconvénients du désherbage sur le bilan économique des exploitations. L'élevage de moutons sous les plantations d'hévées est compatible avec l'apiculture, sous réserve de placer les ruches de telle manière qu'elles ne puissent être dérangées par les moutons, en les installant par exemple en hauteur, ou dans des enclos protégés.

Comme en de très nombreuses régions du globe, les principaux prédateurs des abeilles sont la mite de la cire et certaines guêpes. Dans quelques régions, le termitte rouge, *Oecophylla smaragdina*, est par ailleurs en compétition avec les abeilles pour la récolte du nectar des hévées, à l'extrémité des branches desquels il niche quelquefois. Ce termitte peut aussi s'attaquer aux naissains des ruches situées sous les hévées, et il peut s'emparer dans les ruches du nectar déjà récolté par les abeilles. Parmi les autres obstacles potentiels à l'apisylviculture sous hévées, la difficulté de navigation

des abeilles lorsque le couvert est dense entraîne des erreurs d'identification de ruches, d'où des combats entre abeilles et l'élimination des ouvrières qui ne sont pas de même souche. On peut remédier partiellement à cet inconvénient en peignant les ruches de couleurs qui alternent d'une ruche à ses voisines. Par ailleurs, il peut y avoir compétition pour le nectar avec d'autres insectes que le termitte rouge, et on a noté (ATIM, *et al.*, 1986) que des moisissures *Oidium* pouvaient aussi se développer sur des traces de nectar laissées sur les feuilles par de tels insectes, qui pourraient être ainsi à l'origine de la transmission de certaines maladies foliaires par ces champignons. Enfin, les modalités de récolte du latex des hévées et les diverses pratiques de leur gestion peuvent avoir des conséquences sur la production de nectar: des recherches sont en cours à ce sujet à l'Institut malais du caoutchouc. Si cette apisylviculture, pouvait être étendue aux deux millions d'hectares de plantations (qui donnent 39% de la production mondiale de caoutchouc, soit 1,6 millions de tonnes), on pourrait obtenir une quantité considérable de miel, de cire et d'autres produits. Ceci ferait normalement partie de l'intégration des animaux dans l'hévéaculture, où l'on a trop tendance à ne considérer d'ordinaire que les ruminants.

Entreprise systématiquement, l'apisylviculture peut être un emploi à plein temps, cependant un emploi irrégulier, inégalement distribué selon les saisons. La demande du marché est quelquefois plus grande pour la cire que pour le miel, mais il faut prendre garde à ne pas trop céder à cette tendance, car si l'on vend trop de la cire fabriquée par les abeilles, celles-ci risquent de s'épuiser: en effet, la production de cire leur demande plus d'efforts que celle de miel.

Marché des produits de la ruche

Le marché des produits de la ruche reste ouvert beaucoup plus que celui de la plupart des autres produits de l'agriculture. En 1987, la production mondiale

de miel était de 1 073 385 t, dont seulement 100 948 t pour l'Afrique. L'Amérique du nord et du centre suivait l'Asie dans l'ordre des régions productrices, et précédait l'Europe, où la France, avec quelques 25 000 t, s'octroyait la première place des producteurs. En ce qui concerne le commerce, l'Afrique importait peu: le Nigéria avec 60 t dans les bonnes années, La Réunion avec 35 t et Maurice avec 45 t étaient les plus gros importateurs, suivis par le Gabon, la Côte d'Ivoire et le Cameroun. En Afrique, les pays exportateurs principaux étaient l'Éthiopie avec 90 t, la Tunisie avec 80 t, et le Soudan avec 50 t. Les exportations de miel du premier et du dernier de ces pays ont beaucoup baissé entre 1987 et 1991. Le Mexique exporte environ 50 000 t par an, la Chine près de 50 000 t, comme l'Argentine, tandis que le Japon avec près de 40 000 t figure parmi les plus gros importateurs, suivi par les U.S.A. (près de 25 000 t, alors qu'ils produisent plus de 100 000 t) et surtout par l'Allemagne avec 85 000 t (F.A.O., 1986 et 1987). L'Inde immense ne produit que moins de 20 000 t de miel par an, mais les deux tiers de la production proviennent de trois États seulement: le Tamil Nadu, avec plus du quart de la production indienne, le Kerala, et le Karnataka; une petite partie de la production est due à *Apis dorsata*, l'abeille des rochers, la plus grosse, la plus féroce et la plus productive du monde de toutes les abeilles, qu'on essaye vainement de domestiquer depuis plus de 20 ans (THAKAR, 1979).

Obstacles à l'apiculture

Parmi les obstacles à l'apiculture, sont très importants, surtout dans les pays en voie de développement:

- le manque d'eau,
- l'agressivité (MWANGI, 1985),
- le manque de nourriture pour les abeilles.

L'agressivité des abeilles est très marquée, particulièrement avec certaines espèces africaines, qui peuvent même devenir dangereuses non seulement pour d'autres animaux d'élevage, mais

DES ANIMAUX

pour les humains. Il se pourrait que cette agressivité soit due partiellement à la façon brutale avec laquelle sont traitées la plupart des abeilles africaines, notamment lors de la récolte, où l'on met encore souvent le feu aux ruches pour en extraire le miel. Dès 1906, le Dr MORSTATT, d'Amani en Tanzanie, recommandait d'installer les essaims dans des boîtes rigides et protégées du soleil, et de ne plus détruire les colonies d'abeilles en récoltant le miel (NTENGA, 1979). Il semblerait que si l'on donne

l'habitude à des colonies d'être traitées avec plus de ménagements qu'elles ne le sont actuellement, elles deviennent au bout de quelques générations moins agressives. Un procédé plus rapide est l'utilisation de phéromones apaisantes. Cette méthode est à l'étude, notamment en Grande Bretagne, au Kenya et en France. L'agroforesterie jusqu'à présent ne peut rien dans ce domaine, mais peut-être découvrira-t-on un jour des ligneux qui ont un pouvoir apaisant sur les abeilles.

Le besoin qu'ont les abeilles de s'abreuver tous les jours est bien connu des apiculteurs modernes, mais ne semble pas recevoir dans les pays en voie de développement toute l'attention qu'il mérite. Chaque abeille a besoin de boire tous les jours, une quantité d'eau infime certes, mais indispensable: ce besoin est particulièrement intense pendant les périodes les plus chaudes, où l'eau absorbée sert essentiellement au conditionnement de l'atmosphère de la ruche, que les abeilles s'efforcent, par ventila-

mas	<i>Acacia Senegal</i> , gommier, gommier blanc, vérek	ma ws	<i>Gliricidia Sepium</i>
as	<i>A. Seyal</i> , appelé vulgairement "seyal"	m	<i>Hymenaea stibocarpa</i> , un des "arbres à copal"
aws	<i>A. tortilis</i> , "selim" en arabe	ms	<i>Inga vera</i>
mws	<i>Anacardium excelsum</i>	a	<i>Khaya senegalensis</i> , acajou du Sénégal
m	<i>A. occidentale</i> , anacardier	m	<i>Litchi sinensis</i> , litchi
ma	<i>Avicennia marina</i> var. <i>resinifera</i> , manglier blanc (aux Seychelles)	m	<i>Madhuca longifolia</i> var. <i>laurifolia</i> , arbre à beurre
maws	<i>Azadirachta indica</i> , neem	m	<i>Malus domestica</i> , pommier
ma	<i>Bombax Ceiba</i> , kapokier	ms	<i>Mangifera indica</i> , manguiier
ms	<i>Brachystegia spiciformis</i>	ms	<i>Melicococcus bijuga</i> , geneps, limier espagnol
m	<i>Curica Papaya</i> , papayer	m	<i>M. lepidopetala</i>
mas	<i>Ceiba pentandra</i> , kapokier, arbre à soie	m	<i>Mimusops Elengi</i> , moulisari
m	<i>Citrus aurantifolia</i> , lime	m	<i>Moringa oleifera</i> , ben ailé, pois quenique
m	<i>C. Aurantium</i> , oranger amer	m	<i>Nephelium lappaceum</i> , ramboutan
m	<i>C. Bergamia</i> , bergamottier	m	<i>Nyssa Ogeche</i> , gommier tupelo
m	<i>C. deliciosa</i>	mas	<i>Parkia biglobosa</i> , néré
m	<i>C. grandis</i> , pommelo	ma w	<i>Parkinsonia aculeata</i>
m	<i>C. Limon</i> , citronnier	m	<i>Persea americana</i> , avocatier
m	<i>C. medica</i> , cédratier	ma ws	<i>Pithecellobium dulce</i> , tamarinier de Manille
m	<i>C. paradisi</i> , pamplemoussier	a s	<i>Pongamia pinnata</i>
ma	<i>C. sinensis</i> , oranger doux	a s	<i>Prosopis cineraria</i> , prosopis de l'Inde
ma	<i>Cocos nucifera</i> , cocotier	a	<i>P. glandulosa</i>
m	<i>Coffea arabica</i> , caféier	ma s	<i>P. juliflora</i> , mesquite
aws	<i>Dalbergia Sissoo</i> , sissou de l'Inde	ma w	<i>P. pallida</i>
m	<i>Dialium englerianum</i>	ma	<i>P. pubescens</i>
m	<i>Dimocarpus Longan</i> , longan	m	<i>Psidium Guajava</i> , goyavier
m	<i>Diospyros Batocana</i>	m	<i>Rhamnidium glabrum</i>
m	<i>D. virginiana</i> , plaqueminiier	ma ws	<i>Robinia pseudo-acacia</i> , robinier
m	<i>Durio Zibethinus</i> , durian	a s	<i>Roystonea regia</i> , palmier royal
a	<i>Ehretia acuminata</i> , puna	m	<i>Sabal Palmetto</i> , palmetto chou
ma	<i>Elaeis guineensis</i> , palmier à huile	ma s	<i>Schinus terebinthifolius</i> , poivrier du Brésil
ma	<i>Eriobotrya japonica</i> , loquat	ma	<i>Sclerocarya caffra</i>
aws	<i>Eucalyptus albens</i>	a w	<i>Senna Siamea</i> , cassier
aws	<i>E. camaldulensis</i>	m	<i>Spondias Mombin</i> , monbin
aws	<i>E. cladocalyx</i>	m	<i>Syzygium aromaticum</i> , giroflier
aw	<i>E. maculata</i>	m	<i>S. cordatum</i>
aws	<i>E. melliodora</i>	ma ws	<i>S. Cumini</i> , jambolan, prunier de Java
ma	<i>Eugenia Jambos</i> , jambos ou pommier rose	ma	<i>Taramindus indica</i> , tamarinier
m	<i>Euphoria Longan</i> , longan = <i>Nephelium Longana</i>	a	<i>Toonu ciliata</i> , toon de l'Inde
mas	<i>Faidherbia albida</i> , kade	m	<i>Vitex agnus-castus</i>
maws	<i>Gleditschia triacanthos</i> , févier à trois épines	ma	<i>Zizyphus mauritiana</i> , jujubier
		ma	<i>Z. mucronata</i> , jujubier de la byène
		ma w	<i>Z. spina-Christi</i> , jujubier épine du Christ

Tableau 31 - Ligneux tropicaux et sub-tropicaux sources de miel et produisant aussi de la nourriture (m), du fourrage (a), ou de l'ombre (s), ou susceptibles de former des brise-vent (w).

Source: CRANE, 1985

tion et par hydratation, de maintenir constante. Comme, en Afrique notamment, beaucoup de ruches sont installées loin de toute possibilité d'abreuvement en saison sèche, il n'est pas étonnant qu'elles soient désertées par leurs occupants à la recherche d'un point d'eau.

Apiculture et agroforesterie

Mais c'est le rapport entre la disponibilité en nourriture en provenance de végétaux ligneux et la production de la ruche qui intéresse l'agroforesterie. On sait depuis longtemps, et avec précision depuis les travaux du naturaliste aveugle François HUBER, que les abeilles ont besoin du nectar et du pollen des fleurs pour se nourrir et se réguler thermiquement. Les plantes produisent leurs fleurs à une saison donnée dans un environnement déterminé. En dehors de la période de floraison, les abeilles ne trouvent plus à manger et survivent en consommant les réserves, de miel notamment, qu'elles ont accumulées. Donc, plus longue sera la saison sans fleurs que devra traverser une colonie, plus réduite sera la quantité de miel qu'on pourra prélever sans compromettre la survie de la ruche. Pour pouvoir prélever du miel sans risque, les apiculteurs des pays développés donnent du sucre à leurs abeilles pour les nourrir et leur calèvent leur miel. Une autre possibilité plus subtile, qui consiste à installer autour des ruches des plantes produisant des fleurs hors de la saison normale permet d'allonger la période pendant laquelle les abeilles peuvent se nourrir. Il faut pour cela bien connaître la physiologie des plantes que l'on veut installer. D'une façon générale, les végétaux ligneux sont indiqués dans ce but, parce que leur enracinement profond leur permet d'être moins strictement liés à l'environnement climatique que les plantes herbacées. Ainsi, ils sont plus lents que les herbacées à réagir à la sécheresse. Il convient de choisir des espèces qui supportent les conditions locales, mais qui, en même temps, n'y soient pas parfaitement adaptées. En effet, on sait que de nombreux ligneux réagissent à des conditions marginales en produisant da-

vantage de fleurs. Donc, en plantant des ligneux soigneusement choisis et pas tout à fait adaptés aux conditions locales, on a un moyen d'obtenir des fleurs hors saison et de permettre aux abeilles de travailler plus longtemps, notamment à fabriquer du miel (BAUMER, 1985).

Les systèmes agroforestiers sont nombreux et couvrent une large gamme de types différents. Par exemple dans la classification de NAIR (1985), les systèmes agrisylvicoles réalisent la production concurrente de produits agricoles - y compris des ligneux producteurs de denrées agricoles, comme framboisiers, cacaoyers ou caféiers -, et de produits forestiers. Les systèmes agrisylvipastoraux qu'a aidé à décrire TORRES (1983) sont ceux qui comprennent à la fois:

- des arbres, des arbustes ou des arbrisseaux forestiers,
- des productions alimentaires herbacées,
- des productions fourragères ou des animaux domestiques.

Un exemple est donné par les célèbres jardins à gommiers du Kordofan, au Soudan, où les arbres à gomme (*Acacia Senegal*) étaient cultivés pendant une quinzaine d'années, produisant de la gomme arabique et du brouet, avant d'être abattus pour laisser la place pendant quelques années à des cultures de mil ou de sorgho, dont les chaumes étaient pâturés sur place après récolte: lorsque les récoltes baissaient, généralement après quelques années, on laissait les gommiers se réimplanter, ou on en semait des graines, pour que se reconstitue la fertilité du sol pendant cette phase forestière de la rotation. Il était commun vers 1957 - 1962 qu'autour de points d'eau permanents des abeilles viennent butiner les gommiers, mais elles sont devenues rares depuis 1973 environ, sans doute affectées par les sécheresses exceptionnelles de ces années.

Il est par ailleurs des systèmes agroforestiers qu'on peut concevoir essentiellement en vue de favoriser le travail des abeilles, comme nous l'avons écrit.

Nous les qualifions d'apisylvicoles lorsqu'ils unissent des végétaux ligneux à une apiculture.

Le tableau 31 ci-après donne une liste de végétaux ligneux tropicaux et subtropicaux qui ont la capacité de produire du pollen et du nectar pour les abeilles et d'autres propriétés agroforestières.

On notera que d'autres espèces d'eucalyptus sont considérées comme mellifères dans le volume de la Flore d'Australie consacré à ce genre. Les plus importantes d'entre elles sont répertoriées dans le tableau 32. D'autre encore font l'objet d'essais (cf. p. ex. EISIKOWITCH et REVES, 1983; F.A.O., 1986).

Abeilles et pollinisation

Si les abeilles peuvent profiter des végétaux ligneux, ceux-ci peuvent profiter des abeilles, qui sont d'excellents insectes pollinisateurs. Ainsi, il est d'un usage courant dans de nombreux pays développés de placer des ruches dans les vergers au moment de la pollinisation pour que les abeilles accentuent celle-ci. On peut aussi placer des ruches dans des champs de végétaux non ligneux, comme le tournesol, pour améliorer leur production: avec 4 ruches par hectare de tournesol, on augmente de 15% le poids de graines produit, et de près de 2% la teneur en huile des graines. Dans les vergers de la vallée du Rhône (pommiers et poiriers en Suisse; pêchers, cerisiers, abricotiers dans la basse vallée, en France), on favorise la présence de ruches à la période de la pollinisation pour augmenter la production fruitière. La mise au point par le laboratoire de palynologie du C.N.R.S. à Montpellier des méthodes de prévision des récoltes basées sur la pollination tient compte de ce que la présence de ruches à proximité d'un verger accroît sensiblement la pollinisation et, par conséquent, la production de fruits. Dans des pays développés, où le danger de fortes altérations de la production fruitière par des épidémies est réduit considérablement du fait du contrôle sanitaire, il existe une étroite

DES ANIMAUX

Espèce	Epoque de floraison	Qualités mellifères
<i>E. albens</i>	Mars à mai-juin	Pollen et nectar de qualité surfine
<i>E. behriana</i>	Novembre à janvier	Produit un nectar abondant
<i>E. Blakelyi</i>	Août à septembre	Fleurit abondamment, bon producteur de miel
<i>E. bosistoana</i>	Novembre	Produit un pollen et un nectar abondants
<i>E. bridgestiana</i>	Février à avril plus ou moins chaque année	Produit du pollen aussi bien que du nectar; le miel est de couleur ambrée, assez fluide et granuleux, mais il convient très bien pour l'alimentation d'hiver des abeilles
<i>E. calophylla</i>	Février	Produit un nectar abondant
<i>E. camaldulensis</i>	Presque toute l'année	Miel clair, doré, moins consistant et moins aromatique que celui d' <i>E. melliodora</i> , mais d'une très bonne saveur douce (BEURNE, 1925)
<i>E. cladocalyx</i>	Janvier à février	Miel jaune pâle, de bonne consistance, saveur et arôme excellents (BEURNE, 1925)
<i>E. cloeziana</i>	Mars-avril, à profusion	Devrait faire un excellent arbre mellifère
<i>E. cornuta</i>	Janvier à février	Considéré comme une des espèces les plus intéressantes
<i>E. crebra</i>	Mai à janvier	Produit du nectar: miel ressemblant à celui d' <i>E. bicolor</i>
<i>E. diversicolor</i>	Mars à décembre	Donne un nectar abondant
<i>E. dives</i>	Septembre à octobre	Ne donne pas un miel de haute qualité
<i>E. Flocktoniae</i>	Février à novembre	Semble être un bon producteur de nectar et de pollen
<i>E. gomphocephala</i>	Janvier à mars, et parfois septembre	Le miel, quand il a mûri à point dans la ruche, est très épais et se cristallise très rapidement après l'extraction; de couleur crème claire, de grain très fin, il devient dur et sec en se figeant: il est considéré comme de première qualité
<i>E. goniocalyx</i>	Mars	Miel foncé, de bonne saveur
<i>E. gummifera</i>	Mars, floraison plus tardive non exceptionnelle, à profusion en janvier	Donne un nectar abondant
<i>E. x huberiana</i>	Février-avril, décembre	Miel de qualité fine, de couleur paille claire, épais, de texture parfaite
<i>E. leucoxyton</i>	Mai à décembre	Pollen; le miel a une couleur claire mais assez prononcée, une bonne saveur et lorsqu'il est bien fait il est assez épais; il se cristallise rapidement et doit toujours être chauffé à 38°C (BEURNE, 1925)
<i>E. macrorhyncha</i>	Février	Le meilleur miel du Victoria
<i>E. melliodora</i>	Septembre à février et juin dans certains districts	Les abeilles y trouvent beaucoup de pollen et de miel: la couleur jaune de ce dernier disparaît avec l'âge
<i>E. microcorys</i>	Commence à fleurir en octobre	Pollen et nectar: le miel est d'excellente qualité, de consistance moyenne, ambré quand il est pur, se cristallisant rapidement
<i>E. moluccana</i>	Janvier à avril	Le miel est l'un des plus foncés qui existent, particulièrement dans les régions humides: le pollen est recueilli par les abeilles sur les fleurs en boutons (BEURNE, 1925)
<i>E. obliqua</i>	Janvier à février	La fleur contient beaucoup de nectar
<i>E. occidentalis</i>	Avril à mai	Miel pâle, ne se cristallisant pas
<i>E. odorata</i>	Décembre à janvier et parfois mai	Miel de couleur ambrée claire, peu consistant, ressemblant à celui d' <i>E. viminalis</i>
<i>E. ovata</i>	Avril à novembre	Donne du nectar à profusion
<i>E. paniculata</i>	Mai à novembre	Espèce fleurissant à profusion, produisant un miel de couleur dorée mais peu épais; le pollen est également récolté par les abeilles
<i>E. pauciflora</i>	Novembre à décembre	Produit un miel de couleur claire, ne se cristallisant pas, ayant un goût onctueux quand il est frais
<i>E. polyanthemus</i>	Septembre à novembre	Excellente espèce mellifère avec un pollen assez abondant; produit à profusion un miel d'une brillante couleur ambrée, de consistance épaisse
<i>E. saligna</i>	Janvier à mars	Miel de qualité fine, plus clair que celui d' <i>E. leucoxyton</i> ; fournit une récolte abondante
<i>E. sideroxyton</i>	Mai à février	L'une des espèces les plus intéressantes
<i>E. tereticornis</i>	Août à octobre	Les fleurs présentent une coupe à nectar profonde
<i>E. transcontinentalis</i>	Septembre à décembre	Miel exceptionnellement doux, de couleur ambrée claire, pas très épais, se cristallisant assez facilement
<i>E. viminalis</i>	Fleurit presque chaque mois de l'année	L'égal d' <i>E. melliodora</i> comme espèce mellifère
<i>E. woolliana</i>	Février à août	

Tableau 32 - Propriétés mellifères des eucalyptus en Australie.

Source : F.A.O. 1982

corrélation entre l'abondance du pollen au moment de la pollination et le nombre de fruits arrivant à maturité; on mesure sur des capteurs aériens l'abondance et la nature des pollens au moment de leur émission par les plantes pour en déduire l'abondance de la production fruitière quelques mois plus tard.

En ce qui concerne la pollinisation, PESSON *et al.* (1984) l'ont étudiée, notamment chez les arbres fruitiers, en rapport notamment avec les insectes. Par exemple chez le kiwi, *Actinidia chinensis*, très riche en vitamine C, le nectar est absent mais le pollen attire sur les fleurs mâles les insectes, dont 88% d'abeilles. Leur action pollinisatrice a été démontrée, et on recommande huit ruches par hectare de kiwi au moment de la pollinisation.

Pour le cacaoyer, on utilise aussi des ruches, mais avec un objectif différent: en effet, le cacaoyer n'est pas fertilisé par les abeilles, qui ne visitent guère ses fleurs, mais par d'autres insectes. Si l'on place des ruches près des cacaoyeraies, c'est pour que les abeilles viennent en masse butiner les autres plantes, en chassant les autres insectes pollinisateurs qui vont, du même coup, aller plus nombreux sur les cacaoyers pour les fertiliser.

L'effet bénéfique des abeilles sur la production fruitière a été démontré et est utilisé chez de nombreuses plantes, telles que les végétaux ligneux abricotier, avocatier, cerisier, cocotier, cotonnier, oranger et Aurantiacées en général, poirier, pommier, prunier. Il est aussi très bien connu chez des espèces non ligneuses.

Sources de nectar et de pollen

En Afrique sèche, les trois sources principales de nectar pour les abeilles africaines, *Apis mellifica Adansonii*, sont le manguier, les mils et les sorghos (VILLIERS, 1987). Il s'y ajoute plusieurs dizaines de plantes en chaque site, qui varient sensiblement et dont on retrouvera les noms dans des listes publiées, notamment par CRANE (1985).

En faisant pousser des plantes appropriées, on peut allonger la période pendant laquelle nectar et pollen sont disponibles. Si l'on choisit des plantes qui sont écologiquement marginales, elles réagissent quelquefois en produisant de grandes quantités de fleurs hors saison, donc davantage de nourriture et, pour les abeilles, d'énergie; particulièrement s'il s'agit de végétaux ligneux, leur enracinement profond permettant de mieux résister, ou plus longtemps, aux irrégularités climatiques.

On trouve des végétaux ligneux mellifères dans de très nombreuses familles de plantes. Les Myrtacées en sont riches et particulièrement le genre *Eucalyptus*. On trouvera dans le tableau 32 (F.A.O., 1982) une liste des propriétés mellifères de quelques eucalyptus, telles qu'elles sont évaluées en Australie.

Il faut noter que les caractéristiques nectarifères et pollinifères peuvent varier avec l'environnement, notamment chez les eucalyptus, dont les potentialités génétiques semblent quelquefois pouvoir mieux s'exprimer hors de leur aire d'origine qu'à l'intérieur de celle-ci. Ainsi *Eucalyptus gomphocephala* donne-t-il plus de fleurs et pousse-t-il mieux en certains sites du Maghreb que dans les plaines sableuses du S.O. de l'Australie d'où il est originaire. Dans certaines vallées du littoral algérien, l'acajou de Dundas, *Eucalyptus Dundasii*, pousse mieux que dans l'Australie occidentale, où est son aire d'origine.

En zone soudano-sahélienne, l'arbre à usages multiples *Faidherbia albida* est très fréquenté par les abeilles. Décrit notamment par PORTERES (1956), LE HOUEROU (1979) et BAUMER (1983), il a fait l'objet d'une monographie récente (C.T.F.T., 1988). Pour les apiculteurs, il a l'avantage de produire ses fleurs à la fin de la saison des pluies au Sahel, alors que beaucoup d'autres végétaux ligneux de cette zone, notamment les Mimosacées, fleurissent avant ou au début de la saison des pluies; il est la source essentielle, voire unique, de pollen et de nec-

tar pendant deux ou trois mois. Dans la même zone, d'autres espèces ligneuses, dont certaines introduites (marquées ci-après d'un astérisque*), sont considérées comme très mellifères:

- *Acacia gourmaensis*
- *A. sieberiana*
- *Albizia Lebbeck*
- *Anacardium occidentale*
- * *Calliandra calothyrsus*
- * *Eucalyptus camaldulensis*
- * *Gliricida Sepium*
- *Guiera senegalensis*
- * *Leucaena leucocephala*
- *Mangifera indica*
- *Mitragyne inermis*
- * *Prosopis juliflora*
- *Tamarindus indica*
- *Vitex Doniana*.

Au Belize, de nombreux végétaux ligneux donnent un nectar mellifère récolté par les abeilles (MUIZAC, 1979). *Bixa orellana*, *Vochysia hondurensis*, *Orbignya Cohune*, *Mangifera indica* sont parmi les plus communes. Le pollen est disponible toute l'année en abondance, aussi est-il inutile de nourrir artificiellement les abeilles. Les principales plantes productrices de nectar sont pour une bonne part des végétaux ligneux: elles comprennent *Cordia alliodora*, qui donne un miel visqueux très blanc, et *Piscidia piscipula*, qui produit aussi un miel extrêmement blanc et de très grande qualité. Les autres sources mellifères sont *Coccobola belizensis*, *Bucidia Bucevas*, *Guaiacum officinale*, et *Gliricidia Sepium*. D'autres espèces ligneuses donnent un miel amer ou de goût peu apprécié: on en nourrit les abeilles. Avec les cannes à sucre coupées on obtient dans le nord du pays un miel de qualité cuisinière.

En Inde, on plante pour leurs propriétés mellifères:

- ♦ le neem, *Azadirachta indica*
- ♦ l'arbre à coton soyeux, *Bombax Ceiba*
- ♦ le sissou, *Dalbergia Sissoo*
- ♦ le puna, *Ehretia acuminata*
- ♦ le mousari, *Mimusops Elengi*
- ♦ le toon, *Toona ciliata*.

En Afrique du Sud, les Myrtacées suivantes sont plantées souvent à proximité des ruchers, dans le but d'accroître la production de miel:

- *Eucalyptus camaldulensis*
- *E. cladocalyx*
- *E. maculata*
- *E. melliodora*.

Les eucalyptus sont en effet très mellifères. Certains individus, notamment d'*E. camaldulensis*, fleurissent quelquefois pendant huit ou neuf mois consécutifs, souvent branche après branche. Il serait d'ailleurs intéressant de sélectionner pour l'apiculture ces lignées à floraison étalée. Malheureusement, le miel provenant d'*E. camaldulensis* est un peu âpre et peut n'être pas apprécié.

Au Vietnam, on considère que les plantes les plus importantes pour donner du nectar sont:

- *Hevea brasiliensis*, le caoutchoutier,
- *Nephelium lappaceum*, le petit ramboutan,
- *Euphoria Longan*, le longan,
- *Litchi sinensis*, le litchi,
- *Coffea sp. pl.*, les caféiers.

A l'île Maurice, où l'apiculture est en bonne voie de développement, le meilleur miel, en fait l'un des meilleurs du monde dit-on, d'une couleur très claire, est celui provenant du nectar du bois de campêche *Haematoxylum campechianum*, une Légumineuse originaire du Mexique, qui fleurit de juillet à septembre. On a d'ailleurs commencé de planter cette espèce dans les zones littorales de l'île Rodriguez, dépendance orientale de Maurice, dans le seul but d'aider au développement de l'apiculture. Du point de vue de la qualité, vient ensuite le miel de litchi; cette Sapindacée fleurit en août, et donne un miel très fin. L'*Eucalyptus tereticornis* vient ensuite, qui fleurit de septembre à décembre, et donne un miel très fortement parfumé; c'est la source de nectar la plus importante quantitativement. D'autres nectars donnent des miels moins appréciés localement, comme ceux de *Tamarindus indica*, qui fleurit en décembre et janvier, de *Schinus terebinthifolius*, Anacardiacee qui fleurit en mars et en avril, et d'*Eucalyptus robusta*, qui fleurit en avril et mai, et dont le miel est généralement mélangé avec celui d'autres espèces, car il est amer et pas très apprécié. On aura remarqué que le calendrier de floraison

des principales espèces nectarifères est très étalé, ce qui facilite la conduite des ruches.

En matière de goût, il en est pour le miel comme des autres aliments: on constate une grande diversité suivant les cultures et suivant les individus. Ainsi, alors que le miel de cocotier, *Cocos nucifera*, est peu apprécié en France et en Italie, HAL-LIM (1989) nous apprend qu'il est très apprécié à Trinidad et Tobago. Dans ce pays, où les miels semblent complètement immunes de parasites, de nombreuses espèces fruitières sont considérées comme très nectarifères, comme le citronnier, l'oranger, et les Aurantiacées en général, l'anacardier, l'avocatier, le caféier, le manguiier, le goyavier, le cerisier des Antilles, *Malpighia puniceifolia*, et le pomérac, *Eugenia malaccensis*. Dans les régions centrales du Nigéria, les Tiv sont si friands de bon miel qu'ils arrachent ou tuent les jeunes arbres qui donnent un nectar produisant un miel âpre ou acide (AYOADE, 1979); ils passent aussi pour connaître des pratiques magiques qui leur permettent de se servir des abeilles contre leurs ennemis ! Au Kenya, les meilleurs apiculteurs traditionnels sont les Wakamba,

	caractères du sol	latitude S.	altitude (m)	pluviosité (mm)	mois secs	M	m	tolérance au gel (nombre de jours)
<i>E. Blakelyi</i>	limons compacts de qualité moyenne	28°30' - 37°	150-1000	450-750	3-7			
<i>E. Brockwayi</i>	sables et sables limoneux dérivés de roches basiques	31°-33°	180-420	225-375	8-9	30	4	0-15
<i>E. Clelandii</i>	limons rougeâtres et basses collines	31°-33°	100-300	150-350	5-7	29-33	3-5	10
<i>E. Dundusii</i>	graviers, quelquefois alcalins, mais pas salés	31°-33°	250-400	400-500	4-5	30-33	4	1-12
<i>E. leucoxyton</i>	vaste gamme de sols	32°30' à 38°15'	160-600	400-900	< 5	27-32	3	5-15
<i>E. Woodwardii</i>	sols pierreux	32°-33°	< 100	200-300	4-6	29-32	4	8

Tableau 33 - Caractéristiques des aires d'origine des eucalyptus utilisés en apiculture à Nashon, Israël.

La période sèche est exprimée ici par le nombre de mois recevant moins de 10 mm de précipitations. M est la moyenne des températures maxima du mois le plus chaud et m la moyenne des températures minima du mois le plus froid

Source: BAUMER, 1985

qui perchent leurs ruches faites de troncs évidés dans l'axe des arbres. En Ukambani, le pays des Wakamba, où deux saisons sèches existent habituellement, les ruches sont généralement construites dans un tronc de "mweria" ou "meru", *Pygeum africanum*, et le miel est récolté surtout en juin et juillet, mais aussi juste avant les pluies de novembre, lorsque les acacias forment leurs fleurs (NIGHTINGALE, 1979); ce miel est d'une bonne odeur et, s'il est vendu après purification, il atteint de bons prix sur le marché.

Aux Antilles, d'autres espèces ligneuses, forestières ou ornementales, sont aussi de bonnes sources de nectar pour les abeilles:

- *Antigonon leptopus*, le corallite,
- *Avicennia nitida*, le palétuvier noir.
- *Cedrela mexicana*, le cèdre du Mexique,
- *Cordia alliodora*, appelé localement le "cypre",
- *Erythrina micropteryx*, l'érythrine dite "immortelle",
- *Haematoxylum campechianum*, le bois de campêche, ou "logwood",
- *Laguncularia racemosa*, le palétuvier blanc,
- *Martinezia caryotaefolia*, le "gri-gri",
- *Mimosa pudica*, le "ti-Marie",
- *Petrea arborea*, le petrea,
- *Svietenia macrophylla* et *S. sp. pl.*, acajous.

Une des meilleures espèces ligneuses mellifères, très utilisée aux Etats-Unis, d'où elle est originaire, en France -où elle a été introduite en 1601-, en Afrique du Nord, au Chili, en Afrique du Sud, etc. est une Fabacée, le robinier faux-acacia, *Robinia pseudo-acacia*, à partir duquel on obtient un miel clair au goût très fin, apprécié des connaisseurs, et se vendant plus cher que des miels de mélange.

Dans les régions européennes et tout particulièrement en France, on attache un grand prix à produire des miels d'une seule essence, ce qui s'obtient en faisant la récolte du miel immédiatement après

la floraison de l'espèce que l'on a choisi, pour éviter que le parfum et le goût particulier de l'espèce élue ne se mélangent dans les rayons de la ruche avec ceux d'autres espèces. Parmi les miels les plus recherchés, outre celui d'acacia déjà mentionné, il faut nommer celui de lavande, qui vient de *Lavandula vera* et des lavandins cultivés pour la production d'essence de lavande. Sont aussi particulièrement appréciés le miel de sapin, qui provient du miellat que les abeilles récoltent sur des pucerons vivant sur *Abies pectinata*, et qu'elles transforment en miel dans la ruche, le miel de romarin, produit à partir de *Rosmarinus officinalis* et d'autres Labiées méditerranéennes, comme les thym, *Thymus sp. pl.*, les sauges, *Salvia sp. pl.*, etc., le miel de bruyère, qui provient des nectars collectés sur *Calluna vulgaris* et sur *Erica arborea* ainsi que sur d'autres Ericacées éventuellement. On notera que le nom de l'île de Malte vient du grec et a la même origine que le nom du miel: c'est à Malte qu'est produit le miel de thym le plus fin des pourtours de la Méditerranée, qui est récolté en juillet et août (FARRUGIA, 1979). Les miels de châtaignier, *Castanea sativa*, et d'arbusier, produit, surtout en Corse, à partir d'*Arbutus Unedo*, sont aussi des miels estimés des amateurs. Le rapport que peut donner l'élevage des abeilles pour la production de miel et d'autres produits est assez élevé pour que certains propriétaires de terrain plantent ceux-ci avec quelques-unes des espèces ligneuses mellifères ci-dessus citées, soit qu'ils utilisent ensuite ces terrains pour y installer à la saison appropriée leurs propres ruches, soit qu'ils louent ces terrains à des apiculteurs professionnels.

Un exemple très intéressant d'apisylviculture se trouve en Israël, à Nashon. Dans une région semi-aride où le sol est un vertisol d'argile noire craquelée avec des pointements rocheux, les forestiers ont introduit dans les zones rocheuses des eucalyptus; non pas des eucalyptus pour donner du bois, mais des espèces habituellement délaissées par les fores-

tiers parce que leurs troncs sont petits, ou tordus, et donnent une faible production de bois, mais des espèces arbustives voire arbrissellées dont la floraison est précoce ou tardive. Cette particularité de la floraison permet l'extension de la période pendant laquelle les abeilles peuvent butiner sur la végétation indigène. On trouvera une liste de ces espèces dans le tableau 33. Parmi elles, *Eucalyptus Brockwayi* est un bel arbuste ornemental au feuillage plus vert que la plupart des eucalyptus, et qui fournit un bois dur pour fabriquer des manches d'outils, ou pour faire du bois de feu ou du charbon de bois. *E. Dundasii* a des boutons allongés gris clair, des feuilles presque droites et des rameaux gris violacé. L'eucalyptus jaune, *E. leucoxyton* var. *leucoxyton*, a des rameaux orange et des bourgeons floraux allongés jaune: son bois, en Australie, sert à faire de bonnes traverses de chemin de fer.

Ces espèces ont été introduites dans une région où les conditions écologiques ne correspondent pas exactement à leurs exigences optimales, et ont donné abondamment des fleurs, ce qui a permis un allongement de plusieurs mois de la période pendant laquelle les abeilles peuvent butiner (EISIKOWITZ *et al.*, 1980, 1983; REVES *et al.*, 1981). L'opération s'est avérée très intéressante car, en même temps que les abeilles trouvaient de la nourriture sur les végétaux ligneux introduits sur les pointements rocheux, elles trouvaient aussi de l'eau pour boire dans les champs de coton irrigués qui ont été installés dans la plaine argileuse entourant les rochers.

L'introduction d'espèces ligneuses allongeant la période d'affouragement des abeilles est une approche prometteuse. Certains pays s'y intéressent, dont le Kenya (Station de recherche apicole), le Mali (Département des Forêts), le Rwanda (ISAR. Institut des sciences agronomiques du Rwanda), et le Sudan (Projet de développement rural du Jebel Marra, J.M.R.D.P.). Il faut bien entendu s'efforcer de ne pas introduire des espèces qui pourraient devenir envahis-

santes et concurrencer la flore locale d'une façon dangereuse (EISIKOWITCH *et al.*, 1988).

Termites

Pour certaines populations, notamment dans les zones semi-arides et sub-humides, les termites représentent un apport protéinique important dans l'alimentation. Il y a 800 ans que les Chinois élèvent les Termites *Ecophylla smaragdina* non seulement pour les manger, mais aussi pour protéger leurs vergers contre l'invasion par les insectes, pratiquant ainsi une des formes de lutte biologique les plus anciennes. Il existe même des restaurants, comme à New York (Etats-Unis d'Amérique), où l'on peut consommer des préparations de termites; en 1975, on y soulignait au client que 100 g de termites frits fournissent environ 600 calories !

D'après ce qu'ils consomment, on peut classer les termites en :

- récolteurs, qui collectent le matériel végétal qu'ils consomment à une certaine distance,
- détrivores, qui se nourrissent de déchets du sol,
- xylophages, qui consomment du bois, mort ou vivant,
- mangeurs d'herbes,
- éleveurs de Champignons, qu'ils consomment.

Les proportions entre ces catégories varient avec l'environnement, comme l'a montré en particulier LEPAGE (1974). Ce sont souvent les détrivores les plus nombreux (près de la moitié des populations), suivis par les xylophages et les herbivores, dans les régions arides; au contraire, dans les régions humides, les Termites humivores ou éleveurs de Champignons sont plus nombreux que dans les régions arides. Dans les savanes boisées de mousson, pratiquement toutes les espèces ligneuses sont attaquées par les termites xylophages. Au Sénégal, on conserve les édifices construits par *Bellicositermes natalensis*, de véritables cathédrales, parce

qu'ils détruisent les espèces d'*Odontotermes* qui, eux, s'attaquent aux récoltes (ROY-NOEL, 1974).

Le rôle des termites dans les fonctions des écosystèmes où ils vivent est important: non seulement ils remontent en surface de grandes quantités de sol, parfois de plusieurs mètres de profondeur voire de plus de dix mètres (BAGINE, 1984), mais ils décomposent la litière et ils assurent une redistribution des éléments nutritifs; ils sont capables de digérer la lignine dans une certaine mesure et digèrent de grandes quantités de cellulose. On ne sait pas grand chose sur les vitesses de rotation des éléments nutritifs dans les termitières, mais HOLT *et al.* (1980) ont avancé qu'en 50 ans une génération de termitières pouvait travailler et enrichir en matière organique et en éléments nutritifs jusqu'à 400 kg ha⁻¹.an⁻¹ de sol. Quelques espèces ligneuses poussent volontiers sur les termitières, comme *Capparis decidua*, *Boscia senegalensis*, *Cadaba farinosa* dans les zones sèches d'Afrique; mais en Australie, on ne signale pas de ligneux sur les termitières, et l'accumulation de matière organique réalisée par les termites ne peut servir aux plantes que lorsque la termitière est démolie: partant de cette observation, les Belges avaient essayé à la Station de Keyberg au Congo, dès 1956, une destruction systématique des termitières au pousseur pour répandre sur le sol la matière organique accumulée et augmenter la fertilité du sol (JOTRAND *et al.*, 1959). En effet, le sol des termitières contient une teneur élevée d'éléments minéraux assimilables. Des analyses ont montré que le cœur des termitières était moins riche en carbone et en azote, mais plus riche en calcium et en magnésium que les sols environnants, alors qu'aucun changement appréciable n'était signalé pour le potassium et le sodium; le pH était sensiblement augmenté. Par ailleurs, les termitières sont des obstacles physiques à la culture mécanisée. La végétation naturelle comprenait 2872 brins. ha⁻¹, qui ont fourni 70 à 133 st. ha⁻¹, et la surface occupée par les termi-

tières avant arasement était comprise entre 406 et 727 m².ha⁻¹. Après arasement, le sol des termitières s'étalait sur 4307 à 6250 m².ha⁻¹, soit la moitié de la surface environ. On a cultivé en première année des patates douces, en deuxième du maïs fourrager, en troisième du soja fourrager, et pendant les trois années suivantes du *Pennisetum* fourrager. On n'a constaté aucune diminution significative du rendement pendant les deux premières années.

Par ailleurs, BUCHER (1982) estime à 25% de matière verte la réduction du fourrage disponible pour les ruminants due aux termites.

Coléoptères coprophages et élevage des bovins

Bien que cela ne se rapporte qu'indirectement à l'agroforesterie, nous pensons utile de rappeler que CAMBEFORT (1990), du Muséum national d'histoire naturelle de Paris, a étudié pour le Secrétariat d'Etat français chargé de l'environnement le rôle des coléoptères coprophages en régions forestières et pré-forestières de Guyane française. Dans ce département français, le développement de l'élevage bovin qu'essaient de favoriser les autorités, rencontre de nombreuses difficultés. L'une d'elles, qui n'est d'ailleurs pas la plus grave, est la présence d'herbes hautes autour des bouses, qui gênent la régénération des ligneux et des herbes fines. En effet, ces herbes hautes ne sont pas broutées parce que les bouses sont colonisées par la fourmi *Solenopsis geminata*, qui y fait ses nids, ce qui éloigne le bétail. Les bouses, non seulement ne sont pas lessivées par la pluie, mais elles y résistent bien, grâce aux sécrétions des fourmis, qui ont pour effet de les consolider. Seulement 4 espèces de Scarabéidés coprophages ont été trouvées à ce jour: *Canthon mutabilis* Lucas, *Dichotomius nissus* Olivier, *Ontherus sulcator* Fabricius, et *Onthophagus hidentatus* Drapier. Seule les deux dernières sont fréquentes, et il est vraisemblable que seule la dernière, qui

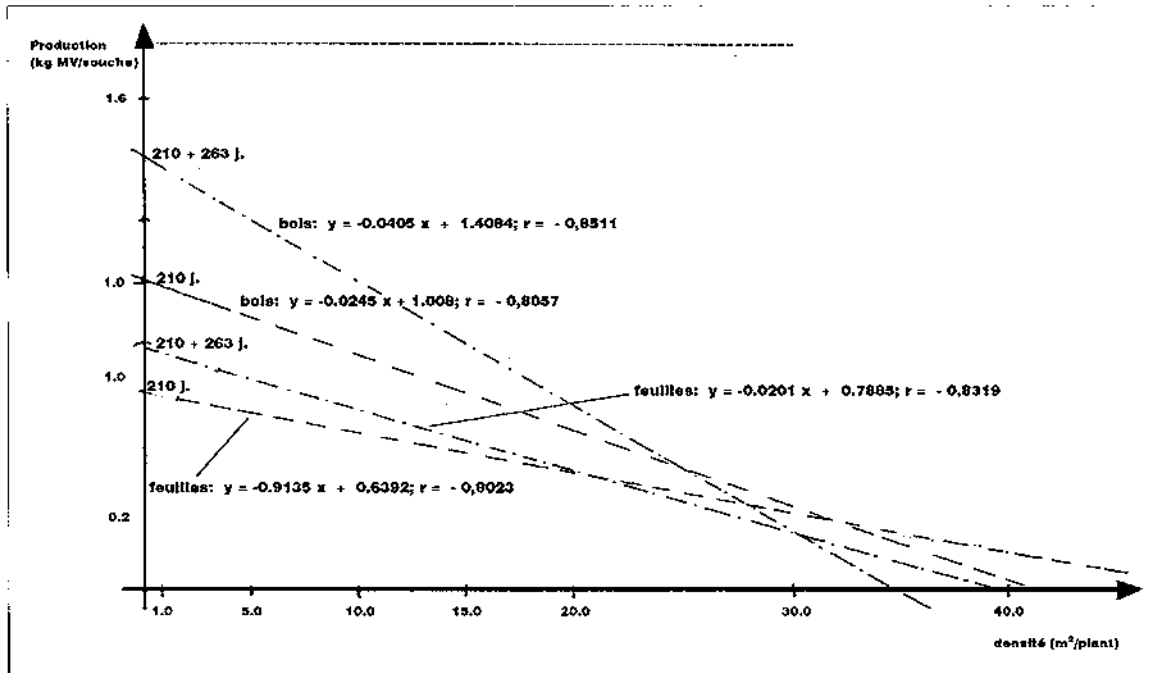


Fig. 12 - Production de feuilles et de bois de deux coupes successives de *Morus alba* en parcelle 72 de l'arboretum de Ruhande (Rwanda) en fonction de la densité des plants.

Source: EGLI, 1988

est de grande taille et a un comportement d'enfouissement, a un effet appréciable sur la destruction des bouses et un rôle dans l'insertion de leur matière organique dans le sol. Pour réduire les surfaces occupées par les bouses, pour accélérer leur décomposition, pour gêner les fourmis et donner plus de place à la régénération des ligneux et des herbes fines, il est recommandé d'introduire des espèces allochtones de Coléoptères scarabéidés coprophages.

Vers à soie

Les vers à soie se nourrissent de feuilles de diverses espèces d'arbres, essentiellement les mûriers.

Les vers à soie sont des chenilles très intéressantes. Leur élevage pour la pro-

duction de la soie constitue la sériciculture. Celle-ci est de très ancienne tradition en Extrême-Orient et spécialement en Chine, où elle existe depuis des millénaires. En Europe, son introduction date des premiers grands voyages de découverte de l'Asie profonde, comme l'a rappelé l'expédition 1990-1991 "Routes de la soie" soutenue par l'UNESCO. En France, par exemple, son développement date des Croisades, mais on signale la culture du mûrier (fig. 12) pour la production de soie dès 1234 dans les Cévennes où l'espèce noire était déjà cultivée auparavant pour ses fruits. A la fin du XVIII^e siècle, il était communément cultivé dans le Vivarais, le Lyonnais, la Touraine, et le Languedoc, où la fabrication de la soie était associée à celle des draps et toiles (SEES et SCHNERB, cités par DUBY et MANDROU, 1976). Cf. annexe 4.

Pisciculture et mariculture

Dans les nombreux estuaires et baies qui ornent la côte kenyane, on trouve de vastes mangroves. Essentiellement composées de palétuviers et d'espèces ligneuses qui supportent les eaux salées (*Avicennia*, *Rhizophora*, *Sonneratia*), elles jouent un rôle essentiel dans le cycle de la vie marine en fournissant un abri à de nombreuses espèces de poissons pélagiques pendant le frai et les stades juvéniles (ISAAC *et al.*, 1968). En plus des poissons, les racines des palétuviers protègent des crustacés nombreux, comme les crevettes et les crabes, qui, sans cette protection, seraient beaucoup moins abondants ou n'existeraient pas. Malheureusement, une exploitation incontrôlée et excessive des palétuviers

pour des perches de construction, du bois de feu ou du charbon de bois, détruit ces écotones et provoque la raréfaction, voire la disparition d'espèces comme les crabes et les langoustes. La destruction des mangroves entraîne des réductions des prairies sous-marines d'algues et celles-ci sont causes de la quasi-disparition du dugong ou vache marine, *Dugong dugong*, un parent du manatee de l'Océan Atlantique, qu'on essaye de sauver, notamment au Sénégal. Correctement gérées, les mangroves pourraient fournir de nombreux emplois, et aider à nourrir une population qui continue à croître rapidement. Le rythme actuel du saccage de la côte kenyane est inquiétant, en particulier par l'accroissement du nombre de touristes - et de touristes pour la plupart fort mal, voire pas du tout, informés des conséquences écologiques de leurs activités (marche sur le corail, collecte de coquillages, abandon de débris de toute sorte et notamment en plastique sur les plages et dans la mer, dérapage d'ancre, pêche sans discrimination et souvent sans utilité, etc.) - . Il faut agir très vite (BESS, 1990) si l'on veut sauver les associations de ligneux de mangroves avec les animaux, souvent sources de nourriture, qui y sont associés en de véritables systèmes du groupe silvipastoral. Un tel sauvetage n'est possible qu'avec un effort concerté du gouvernement, des administrations locales, des industries touristiques, et surtout de ceux qui habitent sur place. Mais comment convaincre les habitants de ne plus couper clandestinement les palétuviers pour faire du charbon de bois qu'ils vendent un bon prix aux hôtels de tourisme ou aux "dhows" ou autres navires en partance pour l'Arabie ou le Golfe Persique ? Comment dissuader les pêcheurs de ramasser des coquillages, dont une douzaine vendus chaque jour leur permet de nourrir une famille (BESS, *l.c.*). A cet égard, les essais réussis par René HALLER à Baobab Farm Ltd, près de Mombasa, de cultiver des casuarinas sur les coraux fossiles et de les exploiter pour faire du charbon de

bois sont encourageants (BAUMER, 1990; BAUMER *et al.*, 1991).

Les poissons herbivores ont disparu de certaines criques du littoral kenyan. La multiplication des hôtels, qui rejettent souvent leurs eaux usées à la mer sans les avoir traitées, est cause de l'accumulation de boues souvent fétides dans les criques et les lagunes qui bordent le littoral. Les premières victimes sont les algues vertes, et, par conséquence, les poissons herbivores qui s'en nourrissaient. Les seuls poissons qui subsistent sont les poissons carnivores, et ceux-ci se font la guerre entre eux, les espèces les plus robustes dominant et excluant rapidement les autres. Ainsi, au nord de Mombasa, avons-nous compté en 1990 sept fois moins de poissons qu'en 1976, et quatre fois moins d'espèces, la disparition quasi totale des poissons herbivores et une disparition totale des poissons perroquets, qui se nourrissaient de coquillages, maintenant vendus aux touristes sur la plage malgré les interdictions gouvernementales et d'ailleurs bien moins nombreux qu'en 1976.

Dans la Nouvelle Vallée, en Egypte, l'étang aux canards Pékin de l'oasis de Mounira, au nord d'El Kharga, est célèbre, et bien connu des touristes: on y élève au milieu d'un environnement absolument désertique des milliers de canards de Pékin, grâce au jaillissement d'une source. Un élevage de canards existait dans l'Antiquité, comme en attestent les peintures du cimetière d'El Mezaouaka à El Dakhla, mais il était tombé et y a longtemps en désuétude. Il n'est redevenu possible qu'à partir du moment où l'on a ombragé le plan d'eau avec des arbres; malheureusement, on a utilisé pour ce faire des eucalyptus, qui sont de grands consommateurs d'eau et qui ne procurent qu'un ombrage léger. Néanmoins, il y a là un exemple d'élevage qui n'aurait pas été possible sans des arbres. C'est ce même type de silvipastoralisme que nous avons proposé pour les oasis d'Al Mafa en Arabie Saoudite (BAUMER, 1964).

La culture de crevettes dans les racines de palétuviers

On dit dans un proverbe vietnamien que "les crevettes sont l'assaisonnement de la mangrove et que la mangrove attire les crevettes". Au Vietnam, d'après NGUYEN N.B. (1987), il existe quelques 1,7 millions d'hectares d'arrière-mangroves. On appelle arrière-mangrove la partie supérieure de la mangrove, occupée par *Melaleuca leucodendron*; c'est la partie qui est la plus éloignée de la mer, où 60 à 100 cm d'eau recouvrent le sol pendant les 6 mois les plus arrosés par les pluies. Dans cette zone, qui n'est pas soumise aux marées, les sols ne sont pas sulfatés, mais très riches en matière organique, et, par conséquent en phytoplancton. On trouve là une grande quantité et une assez grande variété de poissons; quand arrive la saison sèche, qui s'étend de décembre à mai, le niveau de l'eau baisse ou même l'eau disparaît; les poissons se réfugient alors dans les canaux qui ont été creusés à l'avance, où il est très facile de les capturer. Les fleurs de *M. leucodendron* constituent une source importante de nectar et de pollen pour les abeilles; quand les fleurs s'ouvrent, des essaims d'abeilles arrivent par milliers, attirés par les fleurs. Il en résulte un système du groupe sylvi-pastoral, qu'on appelle: "arrière-mangrove à pisciculture et apiculture". Par son réseau de canaux, le système n'est pas sans analogie avec celui qui est développé en Chine, à la ferme forestière de Chang Xia, dans la Province du Jiangsu, et que rapportent ETAIX *et al.* (1988). Au Vietnam, le système se trouve principalement dans le delta du Mékong, où plus de 100 000 ha seraient encore disponibles pour agrandir son emprise.

Les barachois aux Seychelles

Les barachois sont de grandes anses, souvent ombragées sur leur pourtour, qui sont séparées du large par une digue percée de pertuis, qu'on ouvre à marée montante pour que le poisson s'y engouffre; quand le flot est entré, avec les poissons, on referme les ouvertures. Le poisson est alors captif; on le pêche à marée descendante, en plaçant des filets

ou des nasses en travers des pertuis. Comme on n'ouvre pas et qu'on ne ferme pas à toutes les marées, l'ombrage des arbres est apprécié parce qu'il empêche la température de l'eau de s'échauffer.

Pisciculture et agroforesterie dans le Sud-Est asiatique

En Chine, la pisciculture, qui est de tradition millénaire, ainsi que les diverses formes d'aquiculture, dont l'aquaculture, ont toujours été des occupations importantes. ZWEIG (1985) a évalué à 10% de la surface des lacs, soit $5,3 \cdot 10^5$ ha, et à 45% de celle des réservoirs, soit $1,2 \cdot 10^6$ ha, à 63,5% de celle des mares et des étangs, soit $8,5 \cdot 10^5$ ha les surfaces utilisées exclusivement ou non pour la production de poissons. Cela donnait, au début des années 1980, une production totale de poissons, de crustacés et de mollusques d'eau douce de l'ordre de 1 kg par Chinois et par an, soit 10% de la production mondiale.

Dans le Jiangsu, l'association de canaux empoisonnés avec des bandes de terre plantées d'arbres (*Taxodium distichum*, *T. ascendens*, *Metasequoia glyptostroboides*, ...), des cultures (blé, colza, taro, soja, coton, chou, gingembre, pastèques, fraises, ...) et l'élevage (oies, chèvres, ...) a été décrite, notamment par ETAIX *et al.* (l.c.).

En Indonésie, on plante de plus en plus communément sur les diguettes des rizières des sesbanias dont on effeuille les rameaux pour nourrir le poisson qu'on associe à la production du riz. Il y aurait ainsi 50 000 ha de rizières où la pisciculture est pratiquée. On a remarqué pendant la campagne 1989 - 1990 que les forcurs des tiges étaient extrêmement nombreux dans toutes les rizières, où ils ont causé des dommages importants: dans les rizières où l'on pratiquait l'élevage de poissons, l'infestation a été beaucoup moins sévère, et peu de dégâts ont été causés (S.A.N., 1990).

Au Vietnam, agroforesterie et pisciculture sont souvent étroitement imbri-

quées. Un exemple dans la Province de Bentre en a été donné par BAUMER et TRAN (1987).

Pisciculture et agroforesterie en Afrique

La pisciculture n'est pas une activité traditionnelle en Afrique: elle y a été introduite à plusieurs reprises, très activement par les Belges au Congo, mais elle est en déclin, notamment à cause des raisons suivantes (LAZARD, 1985):

- Etangs souvent mal construits et implantés dans des sites peu favorables (topographie, hydrologie) et éloignés des villages, rendant leur entretien et leur surveillance aléatoires.
- Techniques d'élevage non maîtrisées: la prolificité du tilapia - principal poisson d'élevage - conduisait dans les étangs à une surpopulation et au nanisme et la récolte était essentiellement constituée de petits individus peu appréciés des consommateurs.
- Poissons pas (ou mal) nourris: peu de sous-produits agricoles disponibles et absence d'intégration de la pisciculture aux autres activités (agriculture irriguée, petits élevages).
- Absence du souci de rentabilité: dans l'esprit de ses initiateurs, la pisciculture était essentiellement une activité de subsistance à caractère familial dont le produit était essentiellement destiné à l'autoconsommation; cela ne constituait pas une motivation suffisante pour une activité nouvelle.
- Pénurie de personnel d'encadrement: trop souvent invoquée à nos yeux pour expliquer la régression de la pisciculture dans les années 1960. Cette activité mal maîtrisée techniquement, peu intégrée aux autres activités et dont l'intérêt était mal perçu par les paysans aurait de toutes façons abouti au même résultat quelques années plus tard, à grands frais.

Les nouvelles techniques mises au point par la F.A.O et par le C.T.F.T. entre 1970 et 1985 sont caractérisées par:

- Maîtrise de la prolifération des tilapias, soit par l'élevage d'individus de même sexe empêchant toute reproduction (sexage manuel ou production d'hybrides monosexes), soit par l'introduction d'un prédateur qui contrôle la population installée.
- Valorisation des sous-produits agricoles et agro-industriels disponibles en quantité croissante avec le développement de l'agro-industrie pour l'alimentation directe des poissons.
- Fertilisation minérale et surtout organique (déchets divers, effluents d'élevage) pour stimuler la production naturelle des étangs (plancton) comme source d'aliment pour le poisson.

On assiste actuellement à une lutte entre pisciculture de production (où l'eau est le milieu productif) et pisciculture de transformation (où l'eau ne sert que de support au poisson), ainsi qu'à une opposition de la pisciculture artisanale à la pisciculture industrielle. Un cas particulier est celui de la rizipisciculture, une technique permettant une valorisation optimale de l'espace et de l'eau, qui consiste à élever le poisson dans les casiers rizicoles, en utilisant comme nourriture les feuilles de végétaux ligneux plantés sur les diguettes qui divisent les rizières. Très répandue en Extrême-Orient, cette technique requiert cependant un certain nombre de conditions relativement contraignantes: maîtrise parfaite de l'eau, pas de traitement pesticide, variétés de riz à haute tige et cycle long, production de poisson de petite taille (30 à 100 g maximum). Elle ne peut guère être envisagée que lorsque la pisciculture est déjà une activité bien implantée. Dans ce cas, on peut alors notamment transférer les poissons de petite taille capturés dans les casiers rizicoles dans de grands bassins où ils pourront être engraisés et conduits à une taille mieux appréciée des consommateurs.

Les principaux sous-produits agricoles utilisables pour nourrir les poissons sont:

- issues de céréales: son et farine de riz, son et remoulage de blé, son de mil et de sorgho, etc.
- drèches et levure de bière;
- tourteaux d'arachide, de coton, de palmiste;
- farine de déchets d'abattoirs, de conserveries de poisson;
- et, qui nous intéressent tout particulièrement, les feuilles de certains arbres, pour les poissons herbivores (*Sesbania* sp., *Leucaena* sp., *Calliandra* sp., *Paulownia* sp.).

La nourriture a une grande influence sur les rendements. Ainsi, avec du son de riz brut, et une population de 1 femelle et 1 mâle par mètre carré, on obtient en 145 jours $5,2 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$, tandis qu'avec 75% de son de riz, 15% de tourteau de coton et 10% de farine de poisson, avec une population de 2 mâles par mètre carré, on obtient en 130 jours $15 \text{ t.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ (LAZARD, 1986). L'efficacité de l'aliment est supérieure avec des poissons qu'avec des bovins, des volailles ou des porcs : le gain en grammes de protéine par Mcal d'énergie métabolisable ingérée est de 47 à 51 pour des poissons-

chats contre 23 pour des poulets, 9 à 10 pour des porcs et 6 à 7 seulement pour des bovins (LOVELL, 1979). L'élevage de poissons est particulièrement rentable lorsqu'il est associé avec celui des canards; avec 700 canards. ha^{-1} on obtient en Inde $4,5 \text{ t poisson.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ et avec 1 000 à 2 000 canards on obtient en Israël jusqu'à $7,4 \text{ t poisson.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$. L'association de porc et poisson est également très rentable: avec 80 porcs. ha^{-1} , on obtient en Inde $7,3 \text{ t poisson.ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ et avec 100 porcs. ha^{-1} on obtient en Afrique 5 à 10 t poisson. $\text{ha}^{-1}.\text{an}^{-1}$ (LANOISELEE, 1984).

4. Etudes de cas

Ce chapitre passe en revue quelques cas particuliers d'association de l'agroforesterie à des productions animales.

L'association d'un élevage à la culture de l'hévéa aide celle-ci à rester rentable, comme d'ailleurs l'utilisation de son bois, qui se développe de plus en plus, notamment au Sri Lanka, grâce à des procédés de séchage, de traitement et de sciage nouveaux. Dans certains cas, les graines d'hévéas peuvent être consommées par les animaux. Par ailleurs, on utilise le bois d'hévéa comme source d'énergie pour alimenter l'usine de production de caoutchouc, puis on l'utilise, notamment dans le sud-est asiatique, pour la fabrication de meubles, en remplacement des bois précieux tropicaux qui sont de plus en plus rares et de plus en plus chers. On commence à l'utiliser aussi pour fabriquer des poutres en lamellé collé et pour des poutres assemblées par chevrons.

De façon semblable, les plantations de cocotier ont besoin, en particulier en Afrique où leur rentabilité ne cesse de diminuer, de stimulants économiques pour redevenir concurrentielles. Dès la fin du XVIII^e siècle, on avait introduit de Trinidad au Sri Lanka des graines de *Gliricidia Sepium* et de *G. maculata*; cette dernière espèce a des fleurs blanches au lieu d'être rosées et des graines aussi rondes mais plus petites que celles de l'espèce sœur. Le but de l'introduction était que ces espèces servent d'arbres d'ombrage aux caféiers et aux théiers. Elles se sont particulièrement bien adaptées à l'usage auquel on les avait destinées, mais elles donnent aussi d'excellents résultats sous les cocotiers, où elles servent de tuteurs à des cultures lianescentes, comme le poirrier, la liane à fruits de la Passion, le haricot ailé, les Dioscorées. Elles fournissent un apport fourrager non négligeable car les feuilles ont de 20 à 30%

d'azote, 14% de fibres brutes et une digestibilité de 50 à 75%; elles constituent donc un bon supplément à la flore naturelle desséchée de la saison sèche. On les emploie en mélange à parts égales (50% - 50%) avec des Graminées, comme *Brachiaria miliiformis* pour nourrir des bouvillons, qui prennent ainsi 700 g par jour. On les plante souvent en bordure des champs de cocotiers, à 1,5 m les unes des autres pour servir de clôture, en alternant quelquefois un *Gliricidia* avec un *Leucaena leucocephala*: on obtient alors 2 t M.V. ha⁻¹.an⁻¹, qui permettent à des bouvillons de prendre 300 g.jour⁻¹; toutefois, il faut prendre garde au fait que le lait se teinte légèrement si la ration quotidienne dépasse 50%. On peut éviter cet inconvénient et le léger goût donné au lait en évitant l'absorption de leucaena pendant les deux heures précédant la traite. Les gliricidias sont très résistants aux Termites et ont le grand avantage d'être fort visités par les abeilles.

Amazonie

Dans les années 70, le Gouvernement du Brésil a encouragé les établissements humains en Amazonie. Pendant cette décennie, plus d'un milliard de dollars a été payé à des "rancheros" pour qu'ils s'installent; bien peu ont réussi mais, par contre, des dégâts considérables ont été causés à l'environnement. Le Gouvernement a aussi entrepris la construction d'une autoroute trans-amazonienne, et d'un réseau de routes qui part de Recife vers l'ouest jusqu'à la frontière du Pérou. L'idée était d'encourager les colons à s'établir en forêt et à défricher: on leur offrait des primes et le transport gratuit de leur famille et de leurs biens, et on leur donnait les terres qu'ils avaient effectivement défrichées et mises en valeur. Entre 1970 et 1974, plus de 4000 familles répondirent à cet appel, mais

elles se trouvèrent vite devant de grandes difficultés financières parce qu'après deux ou trois années de bonnes récoltes, la production se mit à baisser, et les récoltes devinrent tout juste suffisantes pour permettre seulement la survie. Déjà dans les années 20, Henry FORD avait tenté d'installer en Amazonie de très grandes plantations d'hévéas dans l'idée d'alimenter une énorme usine de pneumatiques; ce fut un échec complet. Peu avant 1970, LUDWIG avait aussi tenté sans succès une installation à grande échelle de colons, basée sur la riziculture et sur l'exploitation forestière en vue de la production de pâte à papier; bien qu'une bonne moitié des activités aient été fondées sur une exploitation assez prudente des ressources naturelles, ce fut un échec de plus. Dans le "grand projet" de Polonoeste en forêt amazonienne, où le Gouvernement brésilien a essayé de développer l'état de Rondonia, les colons installés par le Gouvernement commencèrent à produire du riz, du café, du maïs et du manioc dans un système de culture itinérante avec brûlis; mais les terres s'épuisèrent rapidement et la production baissa, et les habitations modèles qui devaient faire la fierté des habitants furent abandonnées car il devint nécessaire d'aller toujours de plus en plus profond au cœur de la forêt pour défricher... et épuiser de nouvelles terres. Les installations pilotes furent abandonnées et on se trouva rapidement non plus devant des colons en train de s'enrichir mais devant une population d'agriculteurs nomades et affamés en voie de se révolter. Le pourcentage du territoire couvert par la forêt est passé de 97% en 1980 à 80% en 1989! Cependant, une grande partie des projets d'implantation de colons était fondée sur l'élevage; après une première culture de riz pluvial, on essaye en général de semer la très envahissante *Brachiaria decumbens* ou bien *Hyparrhenia rufa*, qui donnent bien

pendant un an ou deux, tant que l'effet résiduel des engrais utilisés pour le riz se fait sentir. Mais lorsque survient la saison sèche, le bétail souffre de la sécheresse et perd tous les gains qu'il a pu faire; pour éviter la chute de production, il faudrait pouvoir utiliser des aliments de complément: le plus facile à obtenir serait des grains, mais l'emploi en est anti-économique. On essaye, mais avec un succès pas toujours bien grand jusqu'à présent, semble-t-il, d'améliorer les pâturages en semant des mélanges de Graminées et de Légumineuses comprenant des Légumineuses résistant assez bien à la sécheresse comme *Stylosanthes guianensis* "tardio" et des cultivars compatibles de Graminées, comme *Andropogon gayanus*. Sur de tels pâturages améliorés, on obtient des gains annuels atteignant $580 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (THOMAS, 1984; THOMAS *et al.*, 1983) contre des gains très faibles de $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ dans les savanes non aménagées: ces résultats sont d'autant plus remarquables qu'ils ont été obtenus avec des graines provenant le plus souvent d'Australie et mal adaptées aux sols acides et peu fertiles des "cerrados" brésiliens; des efforts sont faits depuis quelques années, notamment au CIAT, pour développer des semences avec de meilleures spécifications et résistant aux maladies fongiques endémiques telles que l'antracnose. Malheureusement, trop peu d'essais ont été faits pour utiliser des Légumineuses ligneuses, qui apporteraient peut-être des éléments de solution au problème: depuis quelques années, on s'est beaucoup intéressé, là comme ailleurs, au *Leucaena leucocephala*, mais plus en cultures pures pour constituer des banques de fourrage qu'en systèmes agroforestiers, par exemple en association étroite et délibérée avec des cultures. Il semble possible de mettre au point des systèmes économiquement viables et écologiquement acceptables à partir de quelques Légumineuses fourragères fixatrices d'azote judicieusement réparties dans les pâturages ou intercalées convenablement avec des cultures. On doit toutefois se demander s'il est bien opportun de contribuer de

manière quelconque à une accentuation de la dégradation de la forêt amazonienne quand on sait le rôle essentiel qu'a celle-ci dans la conservation des ressources biologiques et de leur diversité. Par contre, le rôle de la forêt amazonienne dans l'absorption du carbone et dans le freinage de l'effet de serre semble moins important que certaines déclarations l'avaient fait croire, et l'on sait maintenant qu'une forêt climacique consomme moins de carbone qu'un champ de maïs ou qu'une terre à pâturage.

Le rôle des arbres, des arbustes et des arbrisseaux dans les savanes bien drainées est important: ces végétaux fournissent pendant la saison sèche l'essentiel des protéines dont les animaux ont besoin, et leur absorption peut représenter jusqu'à 60% de la nourriture au cœur de la saison sèche (NETTO *et al.*, 1976). Au Sahel, on estime que, pendant les trois mois les plus secs, 80% des protéines sont fournies par les ligneux et que la seule famille des Capparacées en fournit alors les 2/3 à elle seule, le reste venant essentiellement des Mimosacées.

Dans la région amazonienne, le seul projet qui semble avoir réussi sans endommager l'environnement est la culture du poivre noir, qu'ont introduite des colons japonais vers 1930. Dans ce mode de mise en valeur, la forêt n'est pas coupée mais seulement éclaircie de façon à laisser la place pour installer entre les arbres de la forêt primitive les plants de poivrier, et les traitements consistent seulement à dégager régulièrement ces poivriers de la végétation concurrente; on a ainsi une forêt-jardin du genre de celles qu'on trouve par exemple à Java, mais avec un nombre d'espèces cultivées égal à un le plus souvent, le poivrier, mais qui peut être un peu plus élevé là où le planteur cultive quelques légumes et des céréales pour son propre usage. Actuellement, le Brésil est le troisième producteur mondial de poivre noir, un produit végétal dont la valeur est

élevée par rapport à la place qu'il occupe sur le terrain.

Actuellement, la forêt amazonienne est détruite au rythme de 10 millions d'hectares par an et on estime que le gaz carbonique libéré par les feux correspond à quelques 620 000 000 t soit à peu près 10% de tous les polluants qui sont dégagés dans l'atmosphère chaque année sur la Terre ! Ainsi la forêt amazonienne, au lieu de jouer son rôle de filtre naturel pour les gaz polluants, contribue à la pollution, du fait d'un petit nombre de personnes; protégée, elle pourrait théoriquement avoir la capacité d'absorber jusqu'à 25% des 5 milliards de mètres cubes de gaz carbonique libérés sur la Terre par la combustion des carburants fossiles. Par ailleurs, il faut rappeler que le Brésil joue un rôle de pionnier en essayant de remplacer une partie de la consommation de carburants fossiles par du méthanol produit essentiellement à partir de résidus agricoles comme les bagasses, les drêches ou les fanes de maïs. On estime que les défrichements devraient cesser et qu'il existe désormais assez de terrains défrichés sur lesquels on devrait s'efforcer d'appliquer une gestion convenable et respectueuse de l'environnement pour obtenir une production durable. Il semble que divers types d'agriforêts soient les modèles les mieux appropriés à de telles fins, comme l'ont montré les travaux de ALVIM (1978, 1982), de SANCHEZ et de ses collaborateurs (SANCHEZ, 1981; BANDY *et al.*, 1982; SANCHEZ *et al.*, 1974, 1978, 1979). De nombreuses espèces pérennes ligneuses peuvent être à la base de tels systèmes, où l'élevage ne peut pas cependant avoir une grande place en raison des nombreuses maladies tropicales qui déciment le bétail. Le palmier à huile, le cacaoyer, le caféier et l'hévéa sont bien connus et sont de plus en plus combinés entre eux ou associés à des cultures vivrières. Cependant, l'hévéa, à la culture duquel l'élevage s'associe bien, est loin de suffire aux seuls besoins du Brésil: seulement 1% de la production mondiale est obtenue dans le pays et seulement 25% de ses

besoins en caoutchouc sont couverts; la maladie des feuilles dite "sud-américain" est un obstacle à l'extension de sa culture, mais avec les possibilités offertes depuis peu par la multiplication à partir de cultures de tissus, on espère pousser la production de clones parfaitement sains et résistants à la "sud-américaine", spécialement dans des régions de forêt relativement sèches, où l'on associera d'autres cultures à celle de l'hévéa, et en particulier celle de fourrages, ligneux ou non. Mais ce sont encore de petits élevages atypiques qui ont le plus de chance de se développer dans les zones forestières pour fournir des protéines aux populations peu nombreuses qui y vivent, comme l'élevage des iguanes ou celui des abeilles. Le cacaoyer est encore fort peu répandu et le Brésil ne produit que 0,2% de la production mondiale de cacao, bien que, d'après ALVIM (1982), dix millions d'hectares de bons sols convenant bien à cette culture existaient en forêt amazonienne brésilienne. Le palmier à huile, qui est associé de plus en plus à l'élevage, par exemple en Asie du Sud-Est, aurait aussi de grandes possibilités d'extension, et on s'intéresse beaucoup à un croisement du palmier à huile africain, *Elaeis guineensis*, avec une espèce locale, *E. melanococca*.

D'autres cultures ligneuses sont prometteuses pour le développement d'agriforêts. Citons par exemple: l'anacardier, qui est originaire du Bassin de l'Amazonie, comme l'achiote, *Bixa orellana*, et la noix du Brésil, *Bertholletia excelsa*. L'arbre à pain, *Artocarpus altilis*, est déjà une ressource alimentaire précieuse par sa richesse en hydrates de carbone. De nombreux Palmiers sont aussi prometteurs, comme le pejobaye ou palmier à pêches, *Guilielma Gasipaes*, le palmito, *Euterpe oleacea*, le seje, *Jessenia Batava* et *J. polycarpa*, le piquia, *Caryocar villosum* et le noyer "suari", *C. nuciferum*, le buriti, *Mauritia flexuosa*, et les copaïbas, *Copaïfera bracteata* ou *C. officinalis*, qui produisent tous un fruit comestible ou un cœur de palmier exploitable. Dans les agriforêts qu'ex-

ploient les indigènes, de petits élevages sont souvent associés à ces végétaux ligneux. Parmi les arbres, arbustes et arbrisseaux habituellement classés comme fruitiers, mentionnons les Aurantiacées nombreuses, les avocatiers, les goyaviers, le carambolier *Averrhoa Carambola*, le pommier de Malacca, *Eugenia malaccensis*, les anoniers, le mammei, *Mammea americana*, etc., toutes espèces qu'on trouve dans les agriforêts de l'Amazonie.

Pourrait très probablement être adaptée à l'Amazonie cette forme d'agroforesterie qu'on trouve aux Antilles depuis au moins la seconde moitié du XVIII^e siècle, qui consiste à maintenir un étage supérieur d'essences ligneuses fruitières au-dessus des cultures annuelles légumières ainsi protégées des ardeurs du soleil; la présence de cet étage dominant irrégulier est efficace pour réduire l'effet érosif des gouttes de pluie et pour réduire l'évapotranspiration.

Bien que les modèles de prédiction des changements environnementaux dus aux altérations prévisibles des climats, conséquences de l'effet de serre, soient quelquefois contradictoires, on tiendra compte de ce que l'un des plus fiables d'entre eux à ce jour, celui de WASHINGTON *et al.* (1984) annonce dans une cinquantaine d'années pour l'Amazonie:

- ♦ pour les mois de décembre, janvier et février, un accroissement de l'humidité du sol pouvant atteindre 30 mm en Amazonie orientale, mais une diminution du même ordre de grandeur en Amazonie occidentale;
- ♦ pour les mois de juin, juillet et août, un accroissement de 10 à 20 mm de l'humidité du sol en Amazonie orientale, mais pas de changement en Amazonie occidentale.

Au total, l'Amazonie orientale qui est actuellement une zone de sécheresse pourrait donc bénéficier d'un climat relativement moins aride et moins instable où la production agricole pourrait être moins aléatoire.

Alors qu'au Sri-Lanka, l'élevage sous cocotiers ne fait pas l'objet de mentions particulières (LIYANAGE *et al.*, 1984), il est important au N.E. du Brésil, et souligné dans la littérature (JOHNSON *et al.*, 1985). L'élevage a toujours existé dans le Nordeste, mais l'agriculture s'y est développée récemment, ce qui a conduit à rechercher des combinaisons de cultures pérennes avec le pâturage dans différentes formes de sylvipastoralisme. C'est surtout avec l'anacardier, le cocotier, le palmier habaçu *Orbignya martiniana*, le cacaoyer, le palmier carnauba *Copernicia prunifera*, et le palmier à huile africain qu'ont été cherchées des combinaisons. On élève du bétail avec le carnauba, l'avocatier et le cocotier surtout sur de grandes exploitations. Le rôle du bétail dans ces systèmes n'a pas encore été suffisamment étudié pour qu'on puisse dire par exemple quel est le meilleur taux de charge qui dépend lui-même des types d'animaux, des espèces herbacées présentes dans le sous-étage, et de leur mode de gestion. Sous l'anacardier, on ne laisse pas les animaux toute l'année, et on trouve plutôt des bovins dans les régions côtières et des caprins vers l'intérieur, et aussi des ânes: à l'intérieur du pays, les propriétés sont plus petites que sur la côte, et les propriétaires plus pauvres.

La possibilité d'associer la production animale aux plantations de palmiers à huile permettra peut-être de redonner leurs chances aux producteurs africains d'huile et de bétail. En effet, comme le rappelle le C.T.A. (1990), "spécialité africaine dans les années 50, l'huile de palme est aujourd'hui asiatique. Avec 2% des exportations mondiales, l'Afrique fait pâle figure à côté de la Malaisie et de l'Indonésie qui monopolisent 95% du marché" dont 66% pour la seule Malaisie. C'est que depuis 25 ans, les pays du Sud-Est asiatique ne cessent d'étendre et de rajeunir leurs plantations, qu'ils entretiennent très régulièrement; par ailleurs, l'utilisation de variétés adaptées qui permettent un rendement de une fois et demie à deux fois plus élevé qu'en Afrique, et "une main-

d'oeuvre plus active et plus compétente permettent d'obtenir des prix asiatiques plus bas que les prix africains: en 1987, par exemple, la tonne d'huile de palme revenait à 2700 FF en Côte d'Ivoire et à 3600 FF au Cameroun contre seulement 700 FF en Indonésie et 1100 FF en Malaisie" (BARBIER, 1989; HIRSCH *et al.*, 1989; MOLL, 1987). Le surdimensionnement de beaucoup d'huileries africaines, souvent achetées à crédit à l'étranger, explique aussi des frais financiers importants, qui entraînent des prix de production très élevés. Le manque de planification caractérise aussi le continent africain, qui manque d'élites et n'est pas capable de se libérer de la maîtrise de ses donateurs; ainsi par exemple d'un huilerie de Nairobi, livrée clefs en mains par un donateur, mais qui ne trouve pas de graines oléagineuses sur le marché pour pouvoir tourner, et qui est vendue et revendue sans avoir jamais fonctionné. D'autre part, le personnel des exploitations africaines n'est pas compétitif, et le matériel trop coûteux: on a compté dans des plantations de Côte d'Ivoire un cadre pour 46 ha, tandis qu'en Malaisie, il peut y en avoir un pour plus de 400 ha, et les techniciens se déplacent en voiture en Côte d'Ivoire mais en vélomoteur ou à bicyclette en Malaisie. Enfin, en Afrique, les débouchés sont intérieurs essentiellement, et l'Etat protège les marchés et garantit des prix bien supérieurs aux prix mondiaux, tandis qu'en Asie la concurrence joue et l'Etat, au lieu de taxer la production, encourage l'exportation. Comme illustration de cette saine politique asiatique, mentionnons qu'entre 1977 et 1987 les exportations des produits du palmier ont été multipliées par trois en Malaisie, alors que les taxes baissaient de 340 millions à 18 millions de dollars malais; parallèlement, les exportateurs se détournaient de l'huile brute et s'orientaient vers la vente d'huile raffinée et de produits dérivés (oléine et stéarine notamment), à plus forte valeur ajoutée. Comme le rappelait COSTE (1988), il en est de même avec la plupart des produits agricoles susceptibles d'alimenter une industrie rentable: la production afri-

caine non seulement est en baisse, mais elle est menacée de disparaître. C'est ce qui se passe par exemple avec le cacao: la Côte d'Ivoire, grâce aux travaux des chercheurs français, a pu produire 600 000 t.an⁻¹ de cacao, mais un nouveau groupe de producteurs, groupé autour de la Malaisie, est apparu récemment dans le sud-est asiatique, qui a élevé rapidement sa production à 400 000 t.an⁻¹ avec une moyenne de 2t cacao sec.ha⁻¹ et des pointes à plus de 3t.ha⁻¹. Dans de telles conditions, on peut craindre que l'introduction de l'agroforesterie dans les plantations africaines ne suffise pas à les sauver.

Plantations d'hévéas

Les plantations d'hévéas sont faites souvent à la densité de 570 arbres à l'hectare (7,3 x 2,4 m). Lorsqu'elles atteignent l'âge de trois ans, la projection au sol des canopées ne couvre que 75 % de celui-ci; aussi prend-on l'habitude dans certains pays du Sud-est asiatique notamment de planter pendant quelques années des bananiers, des ananas, du maïs, des arachides, voire des légumes entre les arbres pour améliorer l'utilisation de l'espace et la rentabilité. Si l'on ne pratique pas de telles cultures alimentaires ou même de rente, on a l'habitude de couvrir le sol par des cultures de Légumineuses, par exemple de *Calopogonium coeruleum* qui tient bien pendant trois ans malgré l'ombre; après trois ans, il faut pratiquer des désherbages pour éliminer les mauvaises herbes et cela est coûteux; on estime que le désherbage coûte au moins 25 millions de dollars par an rien qu'en Malaisie! D'où l'idée d'utiliser des animaux sous les hévéas pour contribuer au désherbage tout en se nourrissant et en produisant, mais la rentabilité en est faible, voire négative.

Les objectifs de l'intégration des animaux aux plantations sont:

- accroître la production de protéines animales dans des conditions assez peu coûteuses et sans ouvrir au défi-

chement de nouveaux terrains dans ce but;

- réduire le coût du désherbage;
- réduire les conséquences de l'érosion par un pâturage contrôlé (ce qui implique de ne pas désherber complètement pour qu'il reste quelque chose à manger aux animaux, ou qui amène à améliorer le pâturage par des introductions de bonnes espèces fourragères); les moutons peuvent en effet consommer jusqu'à 70 % des mauvaises herbes (WAN MOHAMED, 1977) ou 75 % (WAN MANSOR *et al.*, 1980); ou bien cela oblige à pratiquer des améliorations du tapis végétal;
- utiliser le fumier et réduire ainsi les intrants fort coûteux en engrais chimiques;
- fournir un supplément de revenus aux petits planteurs par une amélioration de la rentabilité de leur exploitation.

On notera qu'on ne peut introduire de moutons ou de chèvres que lorsque les arbres ont au moins 2 m de haut, ce qui correspond en général à un âge de un an et demi. On trouve sous les jeunes hévéas 500 à 600 kg.ha⁻¹ de matière sèche et la moitié environ des plantes herbacées serait palatable comme le montre la liste suivante de composition du tapis herbacé sous une plantation d'hévéas (WAN MOHAMED, *l.c.*):

- Espèces appréciées par les moutons: *Asystasia nemorisa*, *Axonopus compressus*, très jeunes pousses d'*Imperata cylindrica*, *Ischaemum muticum*, *Mikinia cordata*, *Ottolchloa nodosa*, *Paspalum conjugatum*, *Paspalum orbiculare*, *Rhynchelytrum repens*, quelques espèces de fougères, les jeunes semis d'hévéas.
- Espèces non appréciées par les moutons: *Ageratum conyzoides*, *Boreria* sp. pl., *Bridelia tomentosa*, plusieurs espèces de *Cyperus*, *Eupatorium odoratum*, *Hyptis brevipes*, *Imperata cylindrica* adulte, *Lantana Camara*, *Melastoma malabaricum*, *Mimosa pudica* lorsqu'il est adulte, *M. invisa*.

Aux espèces sauvages appréciées par les animaux, il faut ajouter les Légumineuses de couverture introduites au moment de la plantation et qui survivent comme *Calopogonium coeruleum* (qui survit même après que le couvert des hévéas est refermé), *C. mucunoides*, *Centrosema pubescens*, plusieurs espèces de *Desmodium*, *Flemingia congesta*.

En plus de leur nourriture, les animaux trouvent sous les arbres un climat plus favorable: la température est plus basse sous le couvert de 1 à 5°C.; cependant, on constate souvent une gêne respiratoire des moutons, qui semblent comme oppressés et manquant d'air. Les chèvres ne peuvent être introduites sous les hévéas car elles s'attaquent aux écorces des jeunes arbres, qu'elles broutent, leur causant de sérieux dommages. On ne peut admettre non plus les buffles parce qu'ils ont la fâcheuse habitude de frotter leurs cornes contre les arbres, ce qui les endommage de façon irréparable. Quant aux vaches, elles consomment le latex (!) et compactent le sol, aussi sont-elles également indésirables. L'élevage de volailles est possible sous les hévéas, soit en complète liberté sur de petites surfaces encloses, soit de façon plus rationnelle et plus contrôlable en installant des batteries d'élevage entre les arbres.

Dans les plantations adultes, on peut élever 3 à 5 moutons par hectare, mais dans les plantations immatures cette charge peut aller jusqu'à 6 à 8 bêtes à l'hectare.

L'impact des déjections des animaux sur la fertilité de la plantation n'est pas négligeable.

Ce que préfèrent les moutons, d'après VELAYUTHAN *et al.* (1986), ce sont des herbes à limbe tendre et large, succulentes; ils aiment l'herbe de Para, *Brahiaria mutica*, puis *Paspalum conjugatum*, des digitaires, *Axonopus compressus*, *A. affinis*. S'il y a sous les arbres de hautes herbes dures comme l'herbe de Guinée ou le napier, il faut les

faucher. Mais dans la pratique ce que les moutons trouvent le plus souvent à leur disposition, ce sont des *Mikinia*, *Asystasia*, *Mimosa*, *Panicum*, *Axonopus* et des pousses d'*Imperata cylindrica* ou "lallang" qui sont à brouter lorsqu'elles atteignent 15 à 20 cm de haut; les moutons contrôlent bien ces espèces. Il faut les introduire sous les plantations vers 7 h du matin et les y laisser jusqu'à 16 ou 17 h pour qu'ils aient bien le temps de se remplir, sinon ils maigrissent et ont des saignements intestinaux qui se révèlent par les déjections. Le tapis herbacé naturel peut être amélioré par l'introduction de *Cynodon Dactylon*, *Desmodium ovalifolium*, *Centrosema pubescens*, *Stylosanthes guianensis* c.v. *Verano* semés à la main. Pour un bon contrôle de l'exploitation par les moutons, on peut utiliser une clôture électrique pour diviser le pâturage et assurer la pleine exploitation de l'herbe.

L'utilisation du sol des cultures d'hévéas pour y élever de petits ruminants n'est toutefois pratiquée que dans de petites ou très petites exploitations. Dans les grandes exploitations, et en particulier dans les exploitations industrielles, l'élevage n'est pas pratiqué. "D'une part, les plantations à haut rendement, les seules rentables de nos jours, et de ce fait établies à forte densité, interdisent la pousse d'une herbe suffisante et appétente pour le bétail, hormis pendant les deux ou trois premières années. Mais dans ce dernier cas, il est plus avantageux pour la rentabilité future de la culture principale d'établir des couvertures adaptées au maintien d'une bonne structure du sol, sinon à son amélioration. D'autre part, le gros bétail n'est pas sans risque, aussi bien pour les jeunes plants durant la période immature que pour l'équipement de collecte durant l'exploitation des arbres (BERRIER, comm. pers. 1991)". Mais on plante par contre de plus en plus souvent des cultures associées entre les plants d'hévéas.

Dans des plantations d'hévéas de trois ans, TAN *et al.* (1980) ont montré qu'en-

viron 75 % du sol étaient recouverts, si les arbres ont été plantés à 7,3 x 2,4 m (soit 570 arbres par hectare); aussi plante-t-on, généralement en même temps que les hévéas, des bananiers, de l'ananas, des arachides, des légumes, qui permettront une utilisation plus intense du sol et une meilleure rentabilité; si de telles cultures ne sont pas pratiquées, par exemple dans le cas de terres éloignées des habitations, où la surveillance serait aléatoire ou le coût du transport trop élevé, on installe des Légumineuses de couverture pour couvrir le sol et améliorer sa fertilité et pour empêcher le développement des mauvaises herbes; l'une des plus appréciées est *Calopogonium caeruleum* qui survit après trois ans de semis malgré l'ombrage grandissant des hévéas; au bout de trois années de protection du sol par ces plantes de couverture, on constate un accroissement des mauvaises herbes, qu'il faut éliminer par des travaux de sarclage très coûteux. C'est en partie pour réduire le coût de ces dés herbages qu'on a introduit des animaux dans les plantations.

Il faut mentionner quelques obstacles à l'introduction du bétail sous plantations d'hévéas:

- Tout d'abord, l'absorption de graines d'hévéas par les moutons passe pour les rendre malades, ce qui limite considérablement les possibilités d'introduire des ovins sous des hévéas.
- La plupart des plantations ligneuses industrielles (cocotier, palmier à huile, cacaoyer, hévéa, etc.) se situent dans des zones à climat équatorial humide où les parasites et en particulier les trypanosomes sont abondants, ce qui rend difficile tout élevage; d'autant plus que les animaux trypanotolérants ne sont pas nombreux; si l'on voulait développer très intensément l'élevage sous les plantations, on aurait beaucoup de mal à trouver assez d'animaux convenables pour pouvoir le faire. Les trypanosomiasés sont d'ailleurs loin d'être les seules maladies

susceptibles d'entraver un élevage important dans ces zones: par exemple, les streptothricoses y causent de sérieux dégâts.

- Une couverture prophylactique contre les trypanosomiasés est concevable dans les zones d'endémie forte ou moyenne, et des traitements appropriés dans les zones de faible endémie, mais seulement dans certaines situations, comme de grandes exploitations industrielles, où de telles dépenses peuvent être absorbées; elles ne sont pas possibles pour des raisons économiques dans de petites plantations et *a fortiori* chez de petits paysans. Les ovins et les caprins, notamment en raison de leurs bonnes performances de reproduction, ont, dans ces plantations de zones humides, un avenir meilleur que les bovins.
- D'autre part, la gestion d'une plantation est beaucoup compliquée par l'introduction de bétail. Celle-ci entraîne un besoin d'expertise, d'infrastructures spéciales et de capital. De nouveaux problèmes apparaissent, très différents de ceux que les gestionnaires de plantations ont à régler quotidiennement, comme: irrégularité de la production fourragère, qui peut amener à créer des réserves de fourrage, compaction du sol et problèmes de drainage créés par le piétinement des animaux, etc. Un bon gestionnaire de plantation n'acceptera d'introduire des animaux dans ses plantations que s'il a de bonnes chances de pouvoir compenser les difficultés nouvelles qu'il aura à résoudre par un accroissement de ses gains, et il faut reconnaître qu'à ce jour on ne dispose pas en Afrique de beaucoup d'exemples convaincants.
- Enfin, l'élevage, surtout pour de petits exploitants, est toujours en compétition avec d'autres spéculations pour les maigres ressources qui existent, notamment en capital et en main-d'oeuvre; une conséquence est qu'il faut appliquer des méthodes d'étude de systèmes d'exploitation

pour décider du bien-fondé éventuel de l'élevage sous plantations.

On peut utiliser comme fertilisants pour favoriser l'implantation et la croissance des plantes fourragères aussi bien que des plantations industrielles les effluents du traitement du caoutchouc (PHILAI *et al.*, 1976) et probablement les sous-produits de plantations voisines de cocotiers, comme des régimes vides, ou des fibres de pressage.

L'association d'un élevage à la culture de l'hévéa aide celle-ci à rester rentable, comme d'ailleurs l'utilisation du bois, qui se développe de plus en plus, notamment au Sri Lanka, grâce à des procédés de séchage, de traitement et de sciage nouveaux. On utilise le bois pour la fabrication de meubles, en remplacement des bois précieux tropicaux qui sont de plus rares. On commence à l'utiliser aussi pour des poutres en lamellé collé et pour des poutres assemblées par chevrons.

Plantations de palmiers à huile

On peut diviser en trois phases les systèmes de production dans les plantations de palmier à huile, comme l'ont expliqué NURUDDIN *et al.* (1990). La première phase est dite d'établissement; elle va de la transplantation jusqu'à la troisième année, et est marquée par l'abondant espace disponible entre les plants de palmiers à huile. Beaucoup de lumière parvient au sol et l'extension du couvert des palmiers est donc réduite. On peut utiliser l'espace disponible entre les palmiers par des plantations économiques de petite taille, soit des annuelles, comme poivrons, ananas, bananiers ou pastèques, soit des pérennes, comme caféier, cacaoyer, poivrier, etc. Les bananiers sont plantés sur couche à un espacement de 0,75 m et avec 1 m entre les couches. Les pastèques donnent leurs fruits après deux mois seulement de plantation, et cèdent la place à des papayers et des poivrons à un espa-

cement de 3x3 m. On arrête les cultures intercalaires quand les palmiers ont environ trois ans. A cette phase d'établissement succède une phase juvénile qui dure de trois à huit ans. Les feuillages des palmiers croissent et finissent par se toucher, empêchant la lumière d'atteindre le sol; la luminosité peut n'atteindre que moins de 10 % de la luminosité totale. En Malaisie, pendant cette phase la palmeraie est fréquentée par des pintades sauvages (*Gallus gallus*) qui apportent un complément de revenu faible mais apprécié des planteurs. Dans la troisième phase, dite de maturité, les palmiers grandissent, surtout en hauteur, et ont un tronc sans feuilles de trois mètres de haut au départ. Il y a assez de lumière qui pénètre sous le feuillage pour que puissent pousser des fourrages, comme *Paspalum conjugatum* et *Axonopus compressus*. On peut aussi faire pâturer le sous-bois naturel ou enrichi par des bovins, des ovins ou des caprins. Mais il est aussi possible de faire des cultures plus difficiles mais plus rémunératrices, comme les orchidées, qui sont d'un excellent rapport près des agglomérations importantes. Cependant, c'est aussi un bon moment de la vie de la plantation pour installer sous les palmiers d'autres cultures ligneuses, comme cacaoyers, caféiers ou même arbres fruitiers: le meilleur arrangement semblant être une ligne simple de cacaoyers. Les cultures intercalaires et mélangées ont l'avantage d'augmenter la biodiversité et la stabilité biologique. Une réduction des maladies s'ensuit qui permet d'ailleurs d'accroître la production totale du palmier à huile.

Un autre avantage d'une telle plantation est qu'elle donne des occasions d'emploi beaucoup plus continus et aide ainsi à freiner l'exode rural (NURUDDIN *et al.*, *l.c.*).

Côte d'Ivoire

En Côte d'Ivoire, où les plantations de palmier à huile recouvrent environ 1 600 km², de même qu'au Ghana et en Zambie, on a introduit des bovins africains

à cornes courtes dans des plantations de palmier à huile âgées de quatre ans dont la couverture végétale avait été enrichie avec *Pueraria phaseoloides*. Trois systèmes de gestion ont été comparés:

- ♦ enclos permanent avec clôture électrique avec 150 kg de poids vif par hectare;
- ♦ pâturage de jour avec des taux de charge variés de 120 à 250 kg.ha⁻¹, et mise en enclos pendant la nuit;
- ♦ mise en enclos pendant la nuit au taux de 0,25 ha par tête de bétail.

Le premier système a entraîné très vite une forte dégradation du pâturage à *Pueraria* par le piétinement des animaux. Le second a entraîné une perte de poids des animaux avec les charges les plus fortes, mais il a permis des accroissements de 300g.jour⁻¹ de poids vif avec une charge de seulement 120 kg.ha⁻¹. Le troisième système a donné les meilleurs résultats avec une charge de 125 kg.ha⁻¹, mais seulement dans les parcelles où le *Pueraria* était bien développé, et en bougeant l'enclos électrifié suivant une rotation de 60 jours (par 6 périodes de 10 jours): le gain journalier de chaque animal était légèrement supérieur en moyenne à 500 g (ROMBAUT, 1974).

En Côte d'Ivoire également, la Société pour le développement des productions animales (SODEPRA, 1987) s'efforce de mettre au point un système qui permette aux petits producteurs de bénéficier du pâturage sous plantations. Elle a travaillé en 1987 avec 106 propriétaires d'ovins se répartissant ainsi:

- ♦ type A:
32 pratiquant le pâturage libre traditionnel sur parcours
- ♦ type B:
40 pratiquant en plus une supervision du troupeau
- ♦ type C:
22 pratiquant le pâturage sous plantations
- ♦ type D:
12 pratiquant le pâturage intensif sur pâtures semées.

Le nombre de moutons concernés était de 7085 têtes. L'analyse des résultats de l'essai (ARMBRUSTER, 1986) montre que le dernier type a souffert de fortes mortalités dues à des problèmes de gestion des pâturages, à un fort taux d'helminthiases provoqué par le confinement des animaux sur des surfaces relativement petites, à des cas de photosensibilisation d'animaux élevés sur des pâturages à *Brachiaria*, et à une maladie nerveuse fatale qui a paru exclusivement liée au pâturage sur parcelles enrichies. Les principaux résultats obtenus sont donnés dans le tableau 34.

D'une façon générale, on estime que 0,5 U.B.T.ha⁻¹ peut être maintenue sous les palmiers à huile en Côte d'Ivoire. Ce chiffre est un peu inférieur à celui qu'on retient pour le Nigéria, qui est de 0,8 U.B.T.ha⁻¹, mais où des cultures sous hévéas de *Pennisetum purpureum* sont régulièrement pratiquées. Il est très supérieur à celui adopté pour le Cameroun, qui est de 0,2 U.B.T.ha⁻¹ seulement (MACK, 1988). Ces unités de bétail tropical sont représentées essentiellement par de petits ruminants.

Cameroun

Au Cameroun, un projet a été mis en route vers 1982 visant à introduire des bovins N'Dama dans des plantations de palmiers à huile. On a estimé que la meilleure taille d'un troupeau dans ces conditions était de 100 U.B.T. pour 500 ha de plantations, et qu'une rotation de 3 mois et un cycle d'un an devaient

donner les meilleurs résultats. Seulement quelques résultats préliminaires nous ont été accessibles (COOMANS *et al.*, 1985). Les espèces préférées sont *Paspalum conjugatum* et *Axonopus compressus*. On pense qu'en choisissant les espèces les plus fines, qui ne sont pas celles qui causent problème pour le désherbage, les bovins contribueront à réduire les frais de désherbage.

Comme on l'a déjà écrit, on considère que 0,2 U.B.T.ha⁻¹ représente la charge moyenne dans les plantations d'hévéas au Cameroun.

Nigéria

Il semble que l'essentiel des travaux sur l'introduction du bétail dans les plantations au Nigéria (25 000 km² de palmier à huile sur un total de 31 165 km² pour l'Afrique) ait été fait par l'Institut nigérian sur l'huile de palme (HARTLEY, 1977; MACK, 1988). Les recherches ont porté notamment sur l'espacement des arbres. Les tentatives faites pour resserrer les arbres sur les rangs en espaçant les rangs se sont soldées par des échecs. Le meilleur système est d'espacer les palmiers à 9 m les uns des autres en triangle. Avec de tels espacements, l'herbe à éléphant *Pennisetum purpureum* pousse de façon très satisfaisante; elle doit même être contrôlée, d'une part pour ne pas gêner les jeunes arbres, et d'autre part pour ne pas être trop pâturée, ce qui entraînerait sa disparition plus rapide. *Pennisetum purpureum* perd sa vigueur normalement au bout de

	A	B	C	D
Prolificité - %	112,2	113,3	108,2	112,8
Fécondité - %	171,3	170,1	169,5	137,3
Mortalité				
(0 - 12 mois) - %	24,9	27,5	27,2	33,7
(plus de 12 mois) - %	16,4	9,7	13,3	22,1
Croissance (kg.ha ⁻¹)	20,6	33,0	22,6	8,0
Produits (kg.ha ⁻¹)	22,1	15,4	17,4	23,0

Tableau 34 (explications dans le texte)
Résultats d'ovins sous 4 traitements différents.

Source: SODEPRA, 1987

8 ans en moyenne, et finit par être éliminée complètement aux environs de la douzième année. On ne constate pas de différence de production significative de la Graminée entre des parcelles non pâturées et des parcelles pâturées sans excès. Bien que la conduite de l'herbe à éléphant soit assez délicate, on estime que l'introduction de bétail dans des plantations de palmiers à huile enrichies avec cette Graminée présente d'intéressantes perspectives économiques.

Ghana

Depuis 1975 la Station de recherche agricole de l'Université du Ghana entretient à Kade un troupeau ovin sous des plantations de palmiers à huile, où sont intercalés des colatiers et des agrumes. Bien que la Station possède aussi une plantation d'hévéas, on n'y élève pas de moutons de peur qu'ils n'absorbent des graines d'hévéa et s'empoisonnent. Le troupeau présente un taux anormalement élevé d'helminthiases, notamment d'hémochosis, dû au confinement sous les arbres: par ailleurs, les pâturages sont très dégradés, ils ont perdu presque complètement les espèces qu'on avait utilisées pour les enrichir, et ils sont envahis par *Eupatorium odoratum*. Cependant, on ne peut tirer de conclusions définitivement négatives quant à l'introduction d'animaux sous des plantations, car les mauvais résultats qu'on peut constater sont dus essentiellement à une gestion déficiente.

Plantations de cocotiers et productions animales

C'est à Ceylan, maintenant Sri Lanka, qu'ont été faites les premières publications sur l'élevage sous cocotiers. On admet généralement que les plantations de cocotiers sont valorisées par l'introduction de bétail sous le couvert (SANTHIRASEGARAM, 1975), notamment parce que l'ombre y est plus faible en-

core que sous les palmiers à huile. L'élevage des animaux sous les cocotiers donne aux paysans un revenu plus élevé que la monoculture du cocotier, mais demande des intrants plus importants aussi. L'une des raisons qui plaident en faveur d'une association de l'élevage à la culture du cocotier est la grande fluctuation des cours du coprah et des produits du cocotier en général. En Malaisie, les revenus annuels d'une petite plantation de cocotier sont de 600 à 1000 kg.coprah.ha⁻¹ qui permettent de tirer bon an mal an un revenu brut de 250 à 425 roupies.an⁻¹ha⁻¹, très insuffisant pour permettre au paysan de vivre, qui ne possède en général qu'entre 1,2 et 2 ha (REYNOLDS, 1988). L'économie d'échelle permet aux grandes plantations d'obtenir des revenus à l'hectare nettement plus rémunérateurs, qui n'incitent donc pas les propriétaires de ces grandes plantations à investir dans l'élevage (cf. fig. 13, p. 123).

Un projet d'introduction du bétail dans des plantations de cocotiers et de girofliers a été commencé en Tanzanie en 1978 par la F.A.O.(REYNOLDS, 1982). L'intérêt particulier de ce projet est qu'il concerne uniquement de petites plantations et non de grandes plantations industrielles. Deux modèles ont été étudiés. Le premier est formé d'unités de plantations de 0,5 ha sous lesquelles deux vaches et leur suite sont élevées; le tapis végétal est enrichi par une culture intensive de Graminées (*Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*) et de Légumineuses (*Centrosema pubescens*, *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia maculata*). La production totale de fourrage y est estimée à 6,5 t de matière sèche et 1,1 t de protéines brutes, et permet un accroissement de la production laitière.

Le second système comprend aussi des cultures vivrières associées: bananiers, cannes à sucre, patates douces, mais sur des unités couvrant au total 2 ha. L'accroissement de la production laitière est un peu moins important que dans le premier système, mais la variété des pro-

duits, et donc la souplesse de l'exploitation, est plus grande. On a compté que la production de noix par arbre était passée de 15 à 25 chez les paysans, ce qui représente un accroissement de 60%, avec un doublement de la production laitière et d'autres avantages (CHILDS *et al.*, 1964).

Des résultats allant dans le même sens ont été obtenus en Thaïlande (MANIDOOI, 1983), au Vanuatu (Anon., 1976), aux Samoa occidentales (REYNOLDS, 1980), aux îles Salomon (CARRAD, 1977), aux Philippines (GUZMAN *et al.*, 1975), en Inde (KUNHIKRISHNAN, 1972), etc. En Polynésie française, BERRIER (comm. pers., 1991) indique que le pâturage sous cocotiers est courant dans les îles volcaniques: Tahiti, Moorea, îles de la Société, îles Sous le vent, mais il s'agit de cocoteraies plus ou moins délaissées, voire abandonnées, souvent très anciennes et de faible rapport, où l'élevage en semi-stabulation tend à devenir la spéculation principale, avec des races performantes (Charolaise, Limousine et leurs croisements). Dans les atolls, les cocoteraies sont aussi très âgées, mais on ne remarque pas d'animaux au pacage; cependant ces cocoteraies continuent d'être exploitées en dépit de leur faible production, car elles sont subventionnées par des prix de soutien "qui actuellement sont de l'ordre de dix fois les cours mondiaux", ce qui est une aberration économique et sociale évidente. Il serait plus raisonnable de financer la modernisation et le rajeunissement de celles de ces plantations qui sont situées dans des zones écologiques favorables, où leur production pourrait être dix fois supérieure. Mais aucun plan dans ce sens ne semble exister et les travaux que l'I.R.H.O. avait faits il y a plus de vingt ans sont oubliés ou ignorés.

Vue de haute altitude, la Grande Comore ressemble à une plantation de cocotiers. Quand on y regarde de plus près, on s'aperçoit d'abord que de nombreuses taches vertes parsèment la cocoteraie: il s'agit d'arbres fruitiers comme les

jacquiers, les manguiers, les arbres à pain, et de beaucoup d'arbres et d'arbustes fourragers. Sous cet étage dominant de ligneux s'en trouve un autre fait de mandariniers, d'orangers, de citronniers, de sagoutiers, de girofliers, de caféiers, de corossoliers. Puis une strate plus basse comprend des bananiers, des ambrevades, du manioc. Enfin, un niveau plus bas encore comprend le vanillier, le maïs, la canne à sucre, le taro et l'igname. On donne à ce système très complexe et à nombreux étages de cultures sous cocotier, qui est loin d'être le feuillus qu'on a cru trop longtemps. le nom de "djiva" (KADER, 1989). C'est l'aboutissement de la transformation progressive d'un écosystème généralement hostile, dit "uralé", constitué de coulées de lave peu évoluées et peu propices aux cultures, qui se recouvre d'abord naturellement d'une couverture ligneuse, puis est ouvert à la culture de l'igname et du manioc, puis à beaucoup d'autres spéculations. Car c'est l'une

des caractéristiques de la "djiva" évoluée de compter sur de toutes petites surfaces un grand nombre de cultures. Par exemple, sur une "djiva" très ancienne, on a compté pour seulement 1000 m²: 20 espèces dont 58 ligneuses et 990 pieds de plantes utilisables, dont:

arbre à pain	1
caféier	15
cocotier	7
cycas	12
figuier sycomore	2
girofler	2
jacquier	1
manguiier	1
oranger	2
papayer	13
pignon d'Inde	2

et en ce qui concerne les plantes non-ligneuses:

ananas	1
bananier	85 souches

143 pseudotruncs	
bétel	2
canne à sucre	8
igname	4
manioc	43
poivrier	6
taro	67
vanillier	776

Comme l'écrit KADER (*l.c.*), les atouts de ce système sont nombreux: "Les paysans plantent des arbres et des cultures de façon à maximiser les productions pour assurer leur subsistance quoi qu'il arrive, le système est aussi intéressant dans la mesure où la surface est limitée, l'association de plusieurs cultures permet de répartir les risques climatiques et les maladies". Le bétail, constitué essentiellement par des caprins, se nourrit des nombreux déchets végétaux des "djiva" et pâture en liberté à la fois dans les "uralé" et en altitude dans les peuplements d'origine forestière qui marquent encore les flancs du volcan.



Fig. 13 - Pâturages sous cocotiers.

Source: REYNOLDS, 1988

Autres plantations industrielles et productions animales

Le CIPEA fait des recherches en Ethiopie sur la culture de plantes fourragères associées aux plantations de caféiers; on fonde de grands espoirs sur les *Desmodium*, en vue de les couper et de les transporter hors de la plantation pour les donner comme fourrage aux animaux. Le pacage par du bétail est exclu, comme dans toutes les cultures arbrissellées et arbustives fragiles, où les animaux pourraient aisément causer des dégâts aux plantes ligneuses et réduire leur production.

En forêt clairière, au Cambodge, il avait été envisagé de faire pâturer les strates inférieures de la végétation, non pas par des bovins domestiques locaux (*Bos taurus* et *Bos indicus*) incapables d'y survivre, mais par des bantengs (*Bos javanicus*). Ceux-ci, lourds, très rustiques,

sont capables de parcourir de longues distances pour s'abreuver en saison sèche, et de se nourrir d'une végétation essentiellement composée de brout grossier. La forêt-clairière du Cambodge, sur sols podzoliques pauvres, qui couvrait près de 7 millions d'hectares et dont il resterait environ 3,5 millions d'hectares depuis la guerre, pourrait nourrir beaucoup plus de bantengs qu'elle ne fait, et aussi d'autres bovidés sauvages semi-domestiqués ou domestiqués, comme les gaurus (*Bos gaurus*), les mithans (*Bos frontalis*), ou les koupreys (*Bos sauveli*). L'un des inconvénients majeurs des bantengs est leur faible production de lait, qui n'atteint que 0,9 à 2,8 kg.jour⁻¹. Ils sont aussi nerveux et susceptibles de se fracasser la tête ou les reins contre des clôtures s'ils sont effrayés. Cependant, de bons résultats ont été obtenus en Indonésie, par la patience et le temps (N.A.S., 1983).

Agrumes et autres fruitiers

Le pâturage peut aussi se pratiquer de façon modérée sous des plantations d'agrumes, en particulier par des moutons (COMBE, 1983), comme en Amérique centrale ou en Uruguay (Fig. 14), ou en Argentine. Les plantations ainsi pâturées sont en général des plantations entièrement régénérées par multi-bouturages et âgées de 1 à 3 ans après régénération, où les cimes sont encore assez écartées entre deux lignes de plantation.

On connaît aussi des plantations d'autres fruitiers où le pâturage est délibérément pratiqué, comme celles de *Macadamia integrifolia* et de noyer du Brésil, *Bertholletia excelsa*, au Brésil, comme celles de noyers récemment plantés sur des terrains agricoles gelés, comme en Languedoc, ou même celles d'anacardier, *Anacardium occidentale*, comme au Burkina Faso ou au Kenya; mais dans ce dernier cas, il s'agit d'une pratique locale, souvent associée à l'utilisation de cette espèce dans des systèmes agrisylvicoles ou agrisylvi-

pastoraux, qui ne semble d'ailleurs pas rationnelle; en effet, elle implique la plantation serrée des anacardiens, alors que ceux-ci ne produisent beaucoup de fruits que lorsqu'ils sont très espacés.

Plantations de cactus en Tunisie

Ce paragraphe doit énormément aux travaux de FLORET (1990) et à ceux de LE HOUEROU, spécialement à son article sur l'économie des plantations arbrissellées en Afrique (1989).

La qualité du fourrage donné par de nombreuses espèces d'oponces et en particulier par les cactus inermes, *Opuntia Ficus indica*, qui sont les plus employés, est médiocre; c'est un fourrage pauvre en protéines et qui fournit surtout des hydrates de carbone, c'est un aliment de lest. On le cultive cependant sur une assez grande échelle au Brésil, en Afrique du nord, en Afrique du Sud et à Madagascar, dans tous les cas pour aider à assurer la "soudure", c'est-à-dire le difficile passage entre la fin de la saison sèche et le début de la saison des pluies, où le fourrage, et particulièrement le fourrage herbacé, est rare ou inexistant. Dans de bonnes conditions écologiques et avec une conduite appropriée, les plantations donnent de 20 à 100 t.ha⁻¹. an⁻¹ de matière fraîche, soit 3 à 15 t de matière sèche ou 1500 à 7500 U.F. françaises (LEROY) avec une densité de 2000 pieds par hectare (MONJAUZE *et al.*, 1965). Mais le cactus ne pousse pas n'importe où dans les régions arides; en particulier, il exige que l'humidité atmosphérique ne descende pas en dessous de 40% pendant plus d'un mois, ce qui exclut de le planter avec succès au Sahel par exemple. Dans de très bonnes conditions, en particulier dans des plantations irriguées et en utilisant des engrais et en éliminant soigneusement les adventices concurrentes, on peut obtenir des productions de matière fraîche atteignant jusqu'à 300 t.ha⁻¹.an⁻¹.

Comme l'avait trouvé CORDIER (1947) et comme l'ont rappelé MONJAUZE *et al.*

(1965), les ovins et les bovins peuvent consommer jusqu'à 15% de leur poids vif en raquettes de cactus tant qu'au moins 1% du poids vif est fourni sous forme de lest, de paille ou de foin. D'un point de vue pratique, il convient de noter que l'affouragement en cactus fournit une quantité d'eau importante, ce qui réduit les besoins en abreuvement; en effet, le cactus contient à l'état vert de 80 à 90% d'eau ! On peut pratiquer l'affouragement en laissant les animaux prélever eux-mêmes leur nourriture sur les cladodes de cactus, ou de préférence en coupant ceux-ci et en affourageant à l'auge, en transportant les cladodes coupés jusqu'au bétail: les deux méthodes ont leurs avantages et leurs inconvénients, notamment sur le plan économique.

Le broutage direct des cactus ne doit être permis que si le pâturage est rigoureusement contrôlé, sous peine de voir environ la moitié de la production utilisable gâtée parce qu'abandonnée à moitié consommée, et la plantation elle-même endommagée par surbroutage et piétinement pendant les quelques mois de surcharge (DE KOCK, 1980). A l'avantage de cette méthode il y a d'abord le fait que les frais d'exploitation et de gestion sont peu élevés, et aussi celui que les animaux peuvent récolter, en plus des cactus, les herbes qui poussent entre eux.

L'autre méthode, qui consiste à couper les cladodes et à les porter jusqu'aux animaux est plus exigeante en dépenses immédiates, notamment de main-d'oeuvre pour effectuer la coupe et le transport, mais le risque de surutilisation et de dommages est bien moindre; cependant, il faut prendre garde à ne pas couper des plantations trop jeunes, ce qui entraînerait par la suite une diminution importante de leur productivité. Dans cette méthode, l'herbe qui pousse entre les cactus n'est pas utilisée. Sans doute, dans certains cas, la mécanisation de la récolte pourrait être envisagée.

En Afrique du Nord, la seconde méthode est recommandée en raison des grandes

difficultés à obtenir la discipline nécessaire à une saine application de la première.

Une autre utilisation du cactus inerme peut être signalée à Madagascar. Dans la région d'Ambolotara, sur la côte orientale de la Grande Ile, l'élevage des boeufs n'était pas bien développé. Mais, entre 1986 et 1988, leur nombre est passé de 57 000 à 120 000 têtes, par suite d'une bonne vulgarisation des méthodes d'entretien et d'embouche. Pendant la nuit, les boeufs sont enfermés dans des parcs à proximité immédiate des villages, où ils sont en sécurité. Pendant la journée, ils broutent et paissent en liberté dans des pâturages. La qualité de la païsson est médiocre en raison notamment du grand nombre d'incendies qui sont allumés inconsidérément dans la brousse, aussi le Projet des savokas, soutenu par la F.A.O., s'est-il efforcé de créer un pâturage artificiel pour enrayer la sous-alimentation des animaux en saison sèche, pour améliorer la qualité des fourrages et pour assurer aux boeufs un supplément de nourriture. On commence par créer des haies vives suivant les courbes de niveau, entre lesquelles on plantera des cultures agricoles, fourragères ou caféières. Dans les haies ou entre elles, en amont proche de chaque haie, on plante des arbres fourragers ou fruitiers. Les haies sont faites souvent de cactus inerme ou quelquefois d'arbustes dont la largeur maximale est d'un mètre: la distance entre deux haies est de 8 à 12 m, suivant la pente. Ces haies jouent un rôle protecteur du sol, et améliorateur lorsqu'elles sont constituées par des végétaux ligneux fixateurs d'azote, et elles contribuent largement à la production de bois de feu, de fourrage, de fruits, de miel et de graines. Les meilleures de ces haies sont faites avec des ligneux mellifères. Les cactus, les arbustes et les arbrisseaux qui constituent les haies sont choisis avec beaucoup de soin, après avoir interrogé longuement les populations concernées sur leurs besoins, et en plein accord avec elles. Parmi les essences les plus recherchées pour la production de fourrage, nous citerons:

- *Leucaena leucocephala*, bon fournisseur de miel.
- *Sesbania* sp. pl.
- *Opuntia Ficus indica*, bon fournisseur de fourrage,
- *Calliandra calothyrsus*, mellifère
- *Gliricidia Septium*, aux fleurs très visitées par les abeilles,
- *Tephrosia Vogelii*, très recherché par les abeilles,
- l'annuelle *Cajanus Cajan* (les formes pluriannuelles ne sont pas encore répandues à Madagascar).

En dehors des haies en courbes de niveau, les espèces ligneuses suivantes sont très appréciées pour leur production fourragère: *Albizzia Lebbeck*, *Senna Siamea*, et, pour leur intérêt pour les abeilles et l'apiculture: *A. Lebbeck*, *A. stipulata*, *Inga edulis* (RAHARISOA et al., 1983)

Le burana dans les caféiers

Dans un numéro récent de "Spore", le C.T.A. (1991b) reproduit une information communiquée par M. Demel TEKETAY: "Utilisé par les paysans pour l'ombrage des caféiers, *Erythrina Burana* est un arbre très répandu dans l'est de l'Ethiopie. Si peu de recherches ont été effectuées, cet arbre est cependant très prometteur.

"C'est une Légumineuse qui fixe l'azote du sol. Les agriculteurs coupent d'ailleurs les branches de burana et les enfouissent dans le sol où elles se décomposent rapidement et augmentent la production des caféiers.

"Le burana procure aussi un fourrage très apprécié par le bétail en saison sèche. Feuilles, gousses et écorces sont consommées. Il soigne aussi la dysenterie et les maladies du bétail. Enfin, il fournit des piquets, du bois de feu et de construction.

"Autre atout de cet arbre: il se plante facilement soit à partir de semences, soit par voie végétative. Il suffit de planter des branches de 2 m de long et de 10 cm

de diamètre dans le sol. Autant d'avantages qui en font un arbre privilégié pour l'agroforesterie."

Forêts-jardins de Java et agriforêts

Comment dans un village pris au hasard à Java se présentent les animaux d'élevage d'un "kampung"? Les poules se promènent autour des maisons, les petits ruminants errent sous les arbres à la recherche de fragments de nourriture et des épluchures en provenance des cuisines; mais les moutons, dont chaque famille possède deux ou trois têtes, sont tenus la plupart du temps sous des abris en bambous. Ces abris sont placés sur des buttes derrière les maisons ou sous une des nombreuses petites terrasses qui entourent les habitations. Il y a environ une chèvre pour 10 moutons et 80 poules. Les buffles sont très peu nombreux (environ 30 fois moins que les chèvres) et ils sont tenus eux aussi sous des abris près des maisons. Dans les étangs, il y a beaucoup de poissons, qui sont nourris avec des déchets végétaux et des fèces. On ne voit ces animaux d'élevage que dans les villages (TORQUEBIAU, 1984).

Les quelques soixante espèces de fruitiers cultivées à Java donnent beaucoup d'épluchures et fournissent la moitié de la production végétale fourragère d'un "kampung"; le bananier et le cocotier ont la plus grande valeur calorifique et économique. On notera ici que nous donnons à "agriforêt" un sens légèrement différent de celui que lui donne HALLE (1986), qui semble avoir créé le terme: pour nous l'agriforêt est une forêt naturelle où la sélection des espèces a amené une composition plus productive de comestibles, et une "forêt-jardin" est une forêt naturelle très modifiée dans sa composition par une sélection des espèces naturelles et par l'introduction d'autres espèces qui n'existent pas localement. Le terme "jardin-forêt" désigne l'équivalent de "forêt-jardin" ou une forme très

artificialisée de celle-ci. (fig.14). Contrairement à ce qu'on observe dans les forêts-jardins de Sumatra, où de nombreuses espèces ligneuses sont les mêmes que celles qu'on trouve dans la forêt voisine, à Java, beaucoup d'essences sont importées: on ne les trouve pas dans la forêt environnante. Les animaux y sont nourris largement avec des feuilles et des fruits des végétaux ligneux et avec des adventices des bords des chemins, des jardins, et des diguettes de rizières; le transport de ces fourrages est assuré en général par les jeunes garçons. Le fumier des animaux est donné par priorité aux rizières et aux arbres

fruitiers, mais on en utilise aussi quelquefois sur les étangs de pisciculture. Dans l'agriforêt voisine du "kampung", on trouve beaucoup de singes et d'oiseaux et quelquefois des cochons, sauvages ou semi-domestiques.

Parmi les espèces ligneuses de la forêt-jardin, on remarque le giroflier, dont les bourgeons floraux sont utilisés pour fabriquer des cigarettes, et le palmier arenga, qui fournit du sucre; on observe aussi un kapokier, des caféiers, de la vanille et des cocotiers. Le jacquier, *Arctocarpus hirsuta* et *A. heterophyllus*, est présent, dont le fruit est fort consommé: lorsqu'il

est jeune et pas mûr, il est cuit comme légume; les semences sont bouillies avec du sel et souvent mélangées à des soupes; les jeunes feuilles sont appréciées comme fourrage et données aux buffles et aux chèvres, de même que les fruits trop murs ou endommagés pour la consommation par l'Homme. Le bois sert en construction, particulièrement pour des huisseries, et on l'utilise aussi pour fabriquer certains instruments de musique comme le sitar et l'ukulele; enfin, la plante aurait des propriétés médicinales variées.

Les "niayes" du Sénégal

Les "niayes" du Sénégal sont à proprement parler des peuplements denses de palmier à huile, *Elaeis guineensis*, situés dans des bas-fonds en bordure du littoral susceptibles d'être inondés lors de fortes pluies. On y constate un appauvrissement en espèces depuis quelques années. L'élevage y est peu important. Le dattier nain, *Phoenix reclinata*, a déjà disparu (GUEYE *et al.*, 1986), et d'autres espèces se raréfient à cause de la baisse de la nappe phréatique, comme le palmier à huile, ou, à la lisière de la cuvette, le *Parinari excelsa*. Le projet d'exploitation de la tourbe des niayes n'est pas de nature à améliorer la situation: une fois encore, on est en présence d'un projet destiné à servir les habitants des villes, et qui néglige les intérêts des habitants des campagnes, producteurs de nourriture.

Le Projet SEN/73/012 de fixation des dunes et de protection des niayes n'était pas dans ce cas. Il a démarré en 1975 grâce à la coopération technique de la F.A.O., et à l'appui du P.A.M. Il comporte un programme intégré, qui inclut:

- ◆ fixation des dunes maritimes,
- ◆ protection des niayes par des brise-vent d'eucalyptus et d'anacardier (*Anacardium occidentale*, "darcas-sou").



Fig. 14 - Animaux au pâturage sous des hévéas en Malaisie.

Source : F. RIVEROS, 1995

- ♦ régénération des sols "dior" par installation du "kadd", *Faidherbia albida*.

Le périmètre d'intervention du projet est presque entièrement localisé dans la zone dite "des niayes", parallèle à la côte nord du Sénégal (on appelle ainsi la côte au nord de Dakar), qui s'étend sur 182 km. de la presqu'île du Cap Vert jusqu'à l'embouchure du fleuve Sénégal. Cette côte, appelée aussi "Grande Côte", est bordée d'une ligne de dunes vives qui, sous l'influence des vents (alizés, mousson, harmattan), progressent vers l'intérieur du pays, recouvrant les terres à vocation agricole et pastorale et comblant les lacs et les cuvettes maraîchères dont l'exploitation est économiquement fort intéressante pour les populations. La progression des dunes est facilitée grandement par la dégradation de la végétation en arrière de la dune littorale, qui est la conséquence d'un pâturage excessif et non contrôlé. Ce facteur humain n'est toutefois pas seul responsable de la dégradation de la couverture végétale: il existait déjà il y a un siècle ou presque, lorsque des administrateurs du Sénégal ont commencé de s'en préoccuper, et pourtant à cette époque la pression sur les terres était beaucoup moins forte qu'aujourd'hui. De nos jours, le nombre d'agriculteurs dans les "niayes" a considérablement augmenté, et comme chacun veut conserver quelques animaux, mais ne prend pas le temps de les surveiller parce que le travail dans les "niayes" est plus rémunérateur que l'élevage, ces animaux divaguent et causent une dégradation sévère.

En partant de l'océan vers l'intérieur, on trouve successivement:

- ♦ une plage de sable coquillier marin;
- ♦ des dunes blanches et vives dont le sable est continuellement repris par les vents et qui constituent la zone d'alimentation des dunes internes;
- ♦ des dunes jaunes ou roses semi-fixées qui dominent par un front abrupt l'intérieur du pays: c'est ce

front dunaire qui constitue le principal danger de la zone des niayes;

- ♦ une succession de dépressions, qui sont les "niayes" proprement dites, plus ou moins inondées par les pluies et par les résurgences de la nappe phréatique des sables quaternaires;
- ♦ des dunes rouges fixées portant une maigre végétation à base d'acacias et de *Cenchrus biflorus*.

La zone ne reçoit depuis plusieurs années qu'une pluviosité très déficitaire par rapport aux moyennes trentenaires. En 1983, année qui a été jusqu'en 1993 celle où le plus grand déficit a été enregistré, seulement 126 mm de précipitations ont été notés.

Les "niayes" sont utilisées pour la culture maraîchère, fruitière et vivrière. Les dunes qui les entourent supportent une forte charge animale presque toute l'année parce que les paysans maraîchers y laissent vagabonder leur bétail. Sur les dunes rouges, ce bétail s'ajoute aux animaux errants des agriculteurs de l'intérieur, qui cultivent le mil et l'arachide. La survie de l'exploitation des niayes dépend de la fixation des dunes vives qui les ensablent sous l'effet des vents. Jadis très prospères, comme en attestent certaines villas de la région qu'avaient construites des maraîchers, les niayes n'ont pas échappé aux conséquences des années de sécheresse exceptionnelle et d'une exploitation trop intensive des ressources naturelles.

La nécessité de leur protection ne se limite pas seulement aux cuvettes maraîchères. Elle s'étend à la zone des dunes rouges fixées qui les dominent, et, plus à l'intérieur, aux sols dégradés par la culture de l'arachide, par un pâturage non contrôlé et par les coupes abusives de la végétation arbustive et arbrissellée. Dès 1905, on avait commencé de planter avec des filaos, *Casuarina equisetifolia*, le cordon dunaire littoral dans le but de protéger les "niayes", comme l'a rapporté CHEVALIER (1950). Celui-ci indique que, pendant la Première Guerre mondiale, (donc bien avant le Projet SEN/

73/012, né seulement en 1973), on pratiquait déjà des coupes abusives sur ces premiers reboisements dunaires. Celles-ci firent complètement disparaître les peuplements établis, et il a fallu tout recommencer après la Première Guerre mondiale, comme après la Seconde. Dans une note à l'Académie des sciences de Paris, le grand Africaniste que fut Auguste CHEVALIER signale aussi la disparition des lacs et leur ensablement, non seulement dans la région des "niayes", mais surtout le long du fleuve Sénégal, ainsi que la réduction du Lac de Guiers, qui est devenue considérable pour ne pas dire quasi totale à partir de 1974.

En 1948, des actions de protection du littoral nord avaient été entreprises sur 18 kilomètres de long. Bien que possédant un personnel techniquement bien formé, le Gouvernement sénégalais ne pouvait, devant l'ampleur du programme à réaliser, faire face financièrement à cette tâche urgente et il a dû faire appel à des sources extérieures de financement, en l'occurrence le PNUD pour le Projet SEN/73/012, l'U.S.-AID pour le Projet PL 480, et le CIDA pour le Projet du Gandiolais, projets qui s'alignent le long de la Grande Côte et se complètent. L'objectif à long terme de ces Projets est de reconstituer et de consolider un couvert végétal par fixation des dunes, par création d'un réseau de brise-vent et par l'introduction d'espèces forestières améliorant les sols et productrices de fourrage. Cette action, qui assurera la protection et la production des sols, a commencé le long de la côte pour s'étendre vers l'intérieur. A long terme, le Gouvernement envisage un véritable front de verdure qui s'opposerait localement à la désertification.

A court terme, les objectifs communs des trois Projets mentionnés sont:

- ♦ la fixation des dunes littorales de la Grande Côte par la création de cordons dunaires réalisés en filaos, *Casuarina equisetifolia*, de plus en plus fréquemment inoculés avec des *Frankia*, isolés précisément dans les

laboratoires de l'ORS TOM à Dakar (DOMMERMUES, 1987; DOMMERMUES *et al.*, 1970);

- la protection des "niayes" sur une profondeur d'une quinzaine de kilomètres par l'installation d'un réseau de brise-vent constitué de "darcassou" ou anacardier, *Anacardium occidentale*, et de filaos ou d'eucalyptus, au rythme de 240 ha.an⁻¹;
- la protection des sols "dior" à vocation vivrière ou pastorale par l'introduction du "kadd", *Faidherbia albida*, et/ou de l'*Acacia tortilis*, sur une superficie totale de plus de 3000 ha.

La fixation des dunes littorales est pratiquement achevée, sur une profondeur moyenne de 200 mètres. Au stade qui a été atteint, on pourrait avantageusement:

- limiter la multiplication des villages de pêcheurs, temporaires ou permanents, qui s'installent n'importe où en haut de plage, au contact du front des filaos, ce qui endommage d'autant plus rapidement les brise-vent de filaos et risque de créer des trous dans le brise-vent de front de mer qu'une voie d'accès à ces villages, perpendiculaire au rivage, est vite créée;
- procéder à un essai prudent et limité d'enrichissement du brise-vent de front de mer par d'autres espèces que le filao, comme, par exemple, des araucarias, dont le tronc reste droit sous les vents;
- élaguer les basses branches des filaos;
- ameubler la litière de feuilles mortes; on pourrait s'inspirer, comme l'a suggéré TORQUEBIAU, des essais d'introduction de millipèdes réussis par René HALLER à Baobab Farm Ltd, près de Mombasa, au Kenya (BAUMER *et al.*, 1991) pour accélérer la décomposition du tapis végétal, ce qui faciliterait l'installation d'autres espèces ligneuses que le filao;
- installer des araucarias dans une petite trouée entre des filaos, dans le but de réduire les risques de parasites et

d'obtenir un bois de construction un peu plus solide;

- envisager des travaux de sélection sur les filaos, comprenant des essais de production par cultures de méristèmes, et des essais d'autres espèces de *Casuarina*.

En ce qui concerne la protection des "niayes", les interventions ont permis de sauver les 25 "niayes" les plus menacées de l'axe Kébémér-Loumpoul par l'installation d'un réseau de brise-vent complétés de plantations massives, dont quelques 700 ha d'eucalyptus sur dunes internes.

La fixation des dunes commence par l'établissement de fascines perpendiculaires au vent. Certaines sont très vite débordées par des langues de sable vif, dans les parties où la déflation est la plus active. On pourrait essayer un maillage en losanges, qui serait plus efficace que celui en carrés actuellement utilisé. Les fascines sont construites par les paysans ou les pêcheurs, contre de l'argent ou contre paiement d'un salaire en aliments fournis par le PAM; les aliments du PAM sont utilisés aussi pour la participation aux travaux divers de construction. Les fascines sont tressées en clayonnages de branches de *Guiera senegalensis* le plus souvent, mais aussi en feuilles de palmiers, et quelquefois en branches épineuses d'acacias; ces claies sont fixées sur des piquets de bois solidement enfoncés dans le sable. En 1984, les claies de 3 m de long et 1 m de hauteur étaient payées 200 Francs C.F.A. aux producteurs, et celles de 150 cm de long sur 1 m de hauteur 100 Francs C.F.A.

Le choix des eucalyptus pour constituer des massifs forestiers n'a pas été très heureux. Il a été fait essentiellement parce que les résultats obtenus avec cette espèce dans la région étaient encourageants, mais on n'a pas tenu compte des besoins fourragers et on a oublié qu'une des raisons principales de la dégradation des pâturages était un manque de fourrage. En conséquence, on devrait

s'orienter pour les boisements futurs vers des espèces productrices de fourrage et en particulier: l'*Acacia tortilis*, le *Faidherbia albida* lorsque les conditions lui conviennent et en particulier lorsqu'il y a présence d'une nappes phréatique pas trop profonde, le *Combretum glutinosum*, le *Chrysobalanus orbicularis*, le prunier icaque, toutes espèces déjà très présentes, le *Guiera senegalensis*, qui, en se multipliant facilement naturellement, est un bon protecteur du sol contre la déflation, le *Racosperma holosericeum*, bonne fourragère à exploiter dès la troisième année mais dont la durabilité est peut-être limitée, les *Prosopis juliflora*, *P. chilensis* et peut-être *P. africana*. D'autres ligneux sont à multiplier, qui existent localement et qui sont de bonnes fourragères, en particulier *Leptadenia pyrotechnica* et certaines *Indigofera*. Mais ce qui fait aussi défaut, c'est un plan d'aménagement de l'ensemble de la zone. Il semble que les activités devraient être circonscrites au maraîchage et à la culture dans les "niayes", à la pêche, à un petit élevage contrôlé et évidemment non vagabond. Si le rythme des plantations continue quelques années, le problème du bois de feu ne devrait pas se poser pour les populations locales pendant longtemps, mais il est à craindre que la relative proximité de Dakar n'amène certains à vouloir fabriquer du charbon de bois et de l'aller vendre dans cette ville. Les Projets en question ont failli à obtenir la participation de la population, qui se borne à planter une ou deux lignes d'eucalyptus autour des "niayes" avec des plants fournis gratuitement par l'Administration, mais qui ne veut rien faire de plus sans paiement en espèces ou avec des vivres PAM. Cette absence de participation est certainement un aspect négatif et pourrait avoir des incidences fâcheuses sur d'autres Projets de la région où l'on cherche précisément à obtenir la participation populaire.

On ne pourra intéresser la population au reboisement et à l'agroforesterie que lorsqu'on se décidera à l'aider pour les

cultures maraîchères elles-mêmes, dans les cuvettes, et pour l'élevage de ses animaux. Les cultures maraîchères sont actuellement très médiocres, sauf aux environs immédiats de Dakar. Les Services officiels pourraient s'attacher à:

- multiplier les ligneux fourragers, notamment dans les dunes rouges, et tout spécialement *Faidherbia albida* sur les terres à céréales de l'intérieur;
- améliorer l'irrigation (goutte à goutte par simples tuyaux perforés, aménagement des puits existants, forage de nouveaux puits, mais exceptionnellement, lorsque les réserves hydriques le permettent);
- fournir des graines potagères de qualité;
- diversifier les productions maraîchères (melons chinois, haricots divers, concombres doux, cornichons, oignons variés, etc.);
- améliorer les techniques culturales (claires d'ombrage, fertilisation organique, taille des fruitiers, produits phytosanitaires, etc.);
- développer le compostage, notamment en utilisant les ordures ménagères de Dakar et de Saint Louis, tout en favorisant l'élevage en stabulation de vaches laitières, et même en fabriquant du biogaz (en prenant exemple sur ce que font l'ENDA en Casamance, et le GRET);
- tenter un essai du palmier-dattier dans les "niayes" bien protégées contre une éventuelle coulure des fleurs par le vent de mer humide.

La régénération des sols "dior" intéresse toutes les terres appauvries, abandonnées ou en voie d'abandon par la culture de l'arachide, à cause du surpâturage et de la surexploitation. De la limite des dunes rouges, elle s'étend progressivement vers l'intérieur et couvre actuellement plus de 3000 ha en plantation de *Faidherbia albida* et d'*Acacia raddiana* plantés à la densité de 100 plants.ha⁻¹, à 10 x 10 m. L'intérêt de cette action pour le développement rural est considérable puisqu'elle devrait permettre de constituer des réserves fourragères, notamment sous forme de stocks de gousses de

grande qualité nutritive et se conservant bien, condition primordiale pour instaurer un véritable aménagement du bétail, qui supprimera les divagations si nuisibles. Le couvert de 40 pieds de "kadd" par hectare enrichit par ailleurs le terrain autant qu'un apport de fumier de 50 t.

En matière socio-économique, les Projets emploient 250 ouvriers, aidant ainsi à améliorer la situation difficile que connaissent les habitants de la zone et freinant l'exode rural vers Dakar.

Il reste encore à signaler qu'au nord de Lompoul, soit à peu près par 15°30' N., il serait assez raisonnable de remplacer les cultures d'arachide, qui appauvrissent le sol, par celles du mil ou de fourrages ligneux avec des techniques d'élevage sédentaire.

Le cas des niayes est un exemple de divagation du bétail et de ses dégâts par intensification de l'agriculture sur des terrains privilégiés. Il aurait fallu prévoir dans les niayes mêmes un élevage en stabulation. Mais si les agriculteurs ne s'y intéressent pas, c'est parce que, dans cette région, l'élevage est moins rentable que le maraîchage.

Systèmes agri-sylvipastoraux au Népal

Dans la région de Salmé (Népal), dont les habitants sont essentiellement de l'ethnie Tamang, la forêt et les arbres fourragers possédés individuellement par la population occupent une place importante dans le fonctionnement des écosystèmes. Dans ceux-ci s'insèrent les divers types de systèmes villageois identifiés dans la région: fourniture d'aliments pour le bétail (pâturage herbacé, feuillages et fruits de végétaux ligneux), de bois d'oeuvre (planches), de service (araïres), et de construction (bardoux, chevrons et charpentes), ainsi que de combustible, comme l'ont rapporté BERTHET-BONDET *et al.* (1986).

Malheureusement, ce travail, comme beaucoup de travaux sur les systèmes agraires, est une étude de cas purement descriptive. Il ne comprend pratiquement pas de données chiffrées et ses analyses sont brèves et schématisées. Il y est toutefois précisé qu'avec "ces pratiques qui s'accompagnent d'ailleurs de prélèvements excessifs sur la biomasse forestière mettant en péril son renouvellement, les animaux semblent soumis en hiver à des déficits nutritionnels pouvant être à l'origine de mauvais résultats de reproduction chez les bovinés". Pendant une partie de l'année, les animaux sont au piquet et nourris à la main, ce qui nécessite une grande quantité de travail quand il s'agit de feuillages prélevés sur les arbres, à peu près 1h.U.F.¹ d'après des sondages effectués par JAUBERT (1981) et par WIART (1983). L'affouragement manuel varie suivant les saisons, mais aussi suivant les exploitations: les petits exploitants l'utilisent beaucoup car ils doivent compenser l'absence de pâturage ou leur insuffisance. Il dépend aussi de la main-d'oeuvre disponible: les petits troupeaux sont, d'une manière générale, mieux nourris que les gros. L'affouragement manuel dépend enfin des animaux à nourrir: les éleveurs ont tendance à distribuer davantage de fourrage récolté aux femelles en lactation ainsi qu'aux buffles, réputés moins actifs au pâturage.

On peut schématiser comme suit les mouvements des animaux. De novembre à mars, les bovidés fertilisent la zone basse ou "pakkho" où sera semé le maïs; c'est aussi là qu'on récolte l'éleusine. En mars, environ 2 troupeaux sur 3 montent en forêt, puis, jusqu'en mai, ils fument les pépinières. En mai, un petit nombre prolonge son séjour en forêt, puis tous vont en zone "lekh" où ils fertilisent les terrains où seront cultivées les céréales d'hiver (blé, orge). En juin, il y a une grande diversité de localisations du troupeau: certains vont en zone "khet" où sera cultivé le riz, et contribuent à la préparation des rizières, au repiquage du riz, à sa récolte. D'autres vont en zone "pakkho" où se fait le

repiquage de l'éclusine. Quelques-uns vont en forêt. En juillet et août, la plus grande partie des troupeaux est sous abri fixe, en stabulation, et fabrique du fumier; les déjections sont mélangées avec les refus de la ration, avec beaucoup de fougère, et avec des cannes de maïs; ce fumier est très pauvre (25% de M.S. dont 1,5% d'azote, 0,4% de phosphate et 1,6% de potasse). Une autre partie des troupeaux est en zone "lekh", où se retrouvent rassemblés tous les troupeaux en septembre et en octobre pour fertiliser les semis de blé et d'orge; il y a aussi des animaux qu'on envoie sur les pâturages hauts du versant maïs dans ce cas, les boeufs de labour sont gardés au village. Quelques troupeaux se retrouvent en novembre, pour une courte période, en zone "khet", ce qui permet à la famille de se retrouver à proximité du chantier de travail qu'imposent la récolte et le battage au champ du riz. A l'intérieur des zones cultivées, il existe donc un mouvement organisé des animaux qui s'effectue en liaison avec le calendrier de végétation et des travaux. Ce mouvement est possible grâce à la pratique de la vaine pâture, et il suppose que les parcelles d'exploitation soient à peu près semblables dans les différentes zones du territoire cultivé, ce que facilitent les coutumes relatives à l'héritage. Par contre, cela gêne considérablement l'adoption de nouvelles pratiques culturelles, qui seraient cependant possibles. Par exemple, dans la zone "khet", une deuxième culture serait théoriquement réalisable en plus du riz, comme le montre ce qui se fait un peu plus bas dans la vallée, où la pression démographique a intensifié la production si bien qu'on fait sur les "khets" une double, voire une triple récolte. A Salmé, l'agriculteur qui prendrait isolément la décision d'intensifier ses parcelles de rizière par l'adjonction d'une culture d'hiver par exemple, risquerait de voir celle-ci détruite par le pâturage des animaux.

On a suivi la composition de la ration tout au long de l'année. La part du fourrage ligneux est comprise entre un cinquième et un quart de la ration pendant

les mois de février, mars et avril. Elle est très faible en décembre et janvier, et insignifiante le reste de l'année. Sur l'ensemble de l'année, le fourrage foliaire représente 8,3% de la M.S. ingérée (BERTHET-BONDET *et al.*, l.c.). Globalement, sur l'ensemble de l'année, les apports en énergie comme en azote couvrent les besoins, mais il existe une sous-alimentation en azote en hiver et une suralimentation en été qui permet à l'animal de reconstruire ses réserves. Par ailleurs sont à craindre des déficits en P et quelquefois en certains oligo-éléments (Zn, I, Se, Cu).

Des observations comparables avaient été faites au nord de Kathmandu dès 1979 par ALIROL (1979).

Archipel des Comores

Le système riz/maïs/ambrevade (*Cajanus Cajan*) a été décrit sur les plateaux et les collines des Hauts des Comores, et particulièrement au Niumakélé, presque île sud d'Anjouan (FREUDIGER *et al.*, 1986). Les contraintes principales pour l'amélioration de la production y sont l'érosion des sols et leur épuisement, le groupement des semis dans l'espace, et la divagation du bétail sur les jachères. Les paysans ont adapté certains des apports de la colonisation pour transformer ce système traditionnel où les femmes seules travaillaient aux champs tandis que les hommes gardaient (distraiment) le troupeau. Ainsi ont-ils mis progressivement en place une sorte de paysage bocager avec culture de fourrage et maintien des animaux au piquet pour faciliter la récolte et l'exploitation du fumier. Les éleveurs avaient et ont encore d'ailleurs, beaucoup de difficultés pour trouver les fourrages nécessaires à leurs animaux, car les jachères sont très pauvres, et les surfaces non cultivées sont rares. Ils consacrent donc un temps important à la récolte et au transport du fourrage, qu'ils collectent notamment en forêt. Le système de vulgarisation mis en place dans les années

70 avait introduit de nombreuses cultures fourragères:

- soit arbustives, comme *Crotalaria*, *Flemingia*, *Tephrosia*,
- soit herbacées (en particulier l'herbe à éléphants, *Pennisetum purpureum*, et l'herbe du Guatemala *Tripsacum laxum*).

Dans les plaines côtières des îles avait été développé le *Gliricidia Sepium* comme tuteur du vanillier, qui peut aussi fournir un excellent fourrage ligneux, de bonne qualité, bien que probablement riche en produits anti-nutritifs. Ces cultures fourragères directes ou indirectes sont l'objet d'expansion, en même temps que les agriculteurs ont spontanément mis en place un système de clôtures pérennes fourragères avec *Gliricidia*, *Flemingia*, et sandragon, qui a transformé le pays en bocage. "Cette clôture renforce la propriété (toute culture pérenne légitime une propriété) au point que l'usage veut que l'on pénètre dans le champ avec autant de précautions que dans une habitation. Les fourrages du champ ne peuvent être utilisés que par le propriétaire". Il en résulte un nouveau système de production dont l'une des caractéristiques qu'hommes et femmes travaillent désormais à la production, les hommes s'occupant plus spécialement des clôtures et de leur exploitation, et des animaux. Cet exemple montre aussi comment l'intégration de l'agriculture, de l'arboriculture (arbres support du vanillier) et de l'élevage permet de redresser la fertilité grâce au fumier, et de la gérer dans des zones initialement très affectées par l'érosion.

Cet exemple de l'embocagement du Niumakélé montre aussi que les paysans sont tout à fait capables d'adapter en fonction de leurs besoins des enseignements reçus de la vulgarisation.

Oasis du Maroc

Une étude sur les oasis du sud marocain a été faite par DOLLE (1986), qui montre l'étroite association existant entre le

palmier-dattier, l'agriculture et l'élevage, au moins dans les cas d'oasis anciennes, où un équilibre stable s'est installé entre le milieu et les hommes, comme dans les oasis du Draa, du Gheris et du Ferkla. Les deux ressources les plus rares sont exploitées avec une grande économie, l'eau et l'espace. L'oasis les exploite de façon à en tirer le maximum.

Dans les oasis où la surface agricole disponible est très faible par habitant, ce sont les chèvres qui sont élevées majoritairement, parce qu'elles réussissent à trouver quelque nourriture en dehors de l'oasis elle-même, ceci n'étant vrai que dans les oasis qui ne sont pas entourées par un désert complet, comme les oasis sahariennes; dans le sud marocain, beaucoup d'oasis se trouvent ainsi dans des vallées, et les montagnes qui entourent l'oasis portent encore quelquefois une très maigre végétation, qu'utilisent les chèvres en broutant et en pâturant.

Dans certaines oasis, il y a élevage simultané d'ovins, de bovins et de caprins. Les surfaces fourragères disponibles sont alors plus importantes que dans le cas précédent. Les ovins et les caprins sortent de l'oasis pour paître les parcours. Les bovins sont élevés en stabulation. Dans une oasis de ce type, l'eau est généralement suffisante, puisqu'elle permet l'élevage des bovins.

Les oasis à dominance d'ovins et tout particulièrement de brebis M'Dane (DOLLE, 1982) sont quelquefois des agglomérations (ksours) à population élevée, où l'activité production animale a perdu de son importance, généralement au profit d'activités touristiques ou artisanales ou commerciales, et où l'élevage ovin est seul maintenu par tradition, ou, comme dans les oasis du Mzab (Algérie), pour assurer les sacrifices rituels. D'autres oasis à dominante d'élevage ovin s'expliquent par la rareté de l'eau, qui oblige à tirer le meilleur parti de la faible production fourragère irriguée et empêche l'élevage de bovins.

Les oasis où coexistent un élevage bovin et un élevage ovin sont celles où l'eau est abondante: l'élevage bovin y prédomine dans la mesure où les ressources en eau sont assurées et régulières toute l'année.

Comme l'écrit DOLLE (1986), "la densité de l'association agriculture-élevage est révélatrice de la disponibilité des ressources en eau et de leur niveau d'exploitation". En effet, cette influence de la disponibilité en eau sur le choix des espèces animales élevées se retrouve dans l'intensité des relations entre l'agriculture, la phéniciculture, et l'élevage (DOLLE inclut la phéniciculture implicitement dans l'agriculture, ce qui dissimule un peu le fait qu'en oasis, on se trouve dans un système agrisylvipastoral). Dans un premier type de palmeraies, dit de type A, l'exploitation se limite à la cueillette des dattes, comme à Djibouti, soit que les ressources en eau n'aient jamais permis l'agriculture et *a fortiori* l'élevage, soit que les ressources se soient épuisées ou qu'elles ne puis-

sent être exploitées en raison de l'ensablement ou du manque de main-d'oeuvre. Dans un second type, dit B et illustré par les palmeraies de l'Assaba, les ressources en eau sont suffisantes pour le palmier-dattier sans qu'il soit besoin d'une irrigation complémentaire, et les seuls travaux sont la pollinisation et la récolte; l'occupation de la palmeraie n'est pas toujours permanente, et il n'y a en tous cas aucune activité agricole: les utilisateurs sont habituellement de grands nomades, qui laissent dans la palmeraie quelques membres de leur groupe avec quelques chèvres et éventuellement quelques moutons, et qui nomadisent au loin avec leurs dromadaires. Un autre type d'oasis, dit C, est constitué par celles entretenues et irriguées avec dattiers et quelques rares associations culturales; ce sont souvent des oasis de repli où des éleveurs qui ont perdu depuis peu leurs troupeaux essaient de se convertir à l'agriculture, comme dans les palmeraies du Tàgant (Mauritanie). Enfin, un dernier type que nous appellerons type D regroupe les

	Agriculture	Intensité des relations	Elevage
Type A	Palmeraie de cueillette Peu ou pas de pratiques culturales	O	néant
Type B	Palmeraie seule pas de culture associée	A	Elevage extensif associé
Type C	Palmeraie avec quelques associations culturales	F	Elevage extensif Début d'élevage intensif
Type D	Palmeraie avec sous-cultures associées de plus en plus intensifiées Céréales Arboriculture fruitière Cultures maraichères Cultures de rente Cultures fourragères	TF TF TF	Elevage extensif associé dominant Plusieurs espèces élevées: ovins, bovins, caprins, camélins Elevage ovin D'Mane

Tableau 35 - Différents types d'association agriculture-élevage à intensité croissante dans des palmeraies du sud marocain.
O = néant, A = faible, F = forte, TF = très forte

Source: DOLLE, 1986

palmeraies cultivées en bon état, avec cultures sous-jacentes présentant différentes formes d'organisation avec des degrés d'intensification variés. Il en va ainsi des palmeraies de l'Adrar où l'on trouve:

- ♦ uniquement des cultures de céréales (un peu de tef, du riz, du blé même, du mil) sous les dattiers;
- ♦ ou des cultures céréalières et des cultures maraîchères;
- ♦ ou des cultures céréalières, des cultures maraîchères (quelquefois seulement esquissées), et des cultures de rente, dont la plus fréquente est le henné;
- ♦ ou ces trois types de cultures, et de l'arboriculture fruitière;
- ♦ ou bien des cultures de deux au moins des groupes ci-dessus, plus des cultures fourragères associées à un élevage, de caprins en général ou de moutons D'Mane.

Le tableau 35 résume ces possibilités.

Terres marginales en Australie

A Weipa, en Australie, on a fait un essai de récupération de terres dégradées par l'exploitation de minerais, en installant des plantations forestières industrielles. On a planté à intervalles réguliers des lignes d'espèces essentiellement améliorantes, pour faciliter l'implantation et la croissance de ces espèces industrielles: les espèces améliorantes utilisées ont été les leucaenas, des acacias indigènes, le pois Cajan (LAWRIE *et al.*, 1985). Lorsque le nombre des tiges s'accroît dans une plantation de *Racosperma aneurum*, l'interception augmente de 6% avec 40 arbres.ha⁻¹ jusqu'à 14% avec 4000 arbres.ha⁻¹, ce qui entraîne une réduction du couvert herbacé. La réduction vient essentiellement de l'écoulement le long du tronc et de l'interception par le feuillage, qui provoque une évapotranspiration plus forte (PRESSLAND, 1973, 1975). Le *Leucaena leucocephala*, dont nous avons recommandé l'utilisation à Madagascar dans

des conditions comparables à celles de Weipa (BAUMER, 1986), a donné les résultats les meilleurs: en beaucoup d'endroits, il est rapidement devenu dominant, formant un couvert sous lequel les espèces à croissance lente destinées à produire du bois d'œuvre se sont mieux développées: le taux de survie des espèces industrielles au bout de trois ans était significativement supérieur à proximité des leucaenas qu'à mi-chemin entre deux lignes de cette espèce.

Il est remarquable que dans cet exemple, le leucaena est considéré comme une espèce améliorant le sol et susceptible de procurer rapidement un couvert à des essences d'ombre à croissance lente, sans que ses capacités fourragères soient invoquées. Mais on pourrait s'inspirer d'un tel exemple pour produire du fourrage sur des sols dégradés.

Le bocage français

Des variations de densité de la population humaine quelquefois considérables ont été accompagnées de la formation de nouveaux paysages. Ceux-ci témoignent de changements dans le rôle de l'arbre. Ainsi, la population de la France entre le VII^e et le VIII^e siècles n'était probablement plus que le huitième de ce qu'elle avait été au II^e siècle après J.-C. (CHAUNU, 1982). L'apport de population qu'a constitué l'invasion des Germains n'a pas compensé, il s'en faut, l'effet des guerres, des massacres, et surtout d'une série de grandes pestes. Bien que les situations locales offrent une gamme considérable d'évolutions, on peut considérer globalement que le paysage ouvert des grandes villas gallo-romaines, où les animaux étaient sous la surveillance de bouviers et de bergers, a d'abord été recouvert par la forêt, essentiellement de chênes ou de hêtres, puis qu'un nouveau paysage s'est créé (DUBY, 1962), de tenures petites et multiples, à l'image de celles des paysans germaniques, avec des clôtures protégeant les champs de la divagation des

troupeaux, que la raréfaction de la population ne permettait plus de garder en permanence. Dans les lois barbares, "on est frappé par la multiplication des mentions de haies (*sepes*) et des mesures pour leur protection" (PLANHOL, 1959). Dans l'apport culturel des Germains en Gaule, le développement des clôtures est un élément important (PLANHOL, 1988). D'ailleurs, le mot français "haie" est d'origine germanique (du francique "haga"; cf. l'anglais "hedge", l'allemand "die Hecke" et le néerlandais "haag"). Haag est devenu le nom de la capitale du Royaume de Hollande, La Haye, et désigne l'enclos formé de haies au centre duquel s'installaient en campement les familles aisées (HAUDRICOURT *et al.*, 1955; HOEKSTRA, 1991, comm. pers.). Le terme "haie" a d'abord désigné les bandes forestières, quelquefois bordées de palissades, qui défendaient les clairières (HIGOUNET, 1980), puis toutes les clôtures végétales. Pendant le Haut Moyen Age, les enclos se sont généralisés, et pendant la seconde moitié du IX^e siècle, les clos (*clausum*) commencèrent à désigner les vignobles, qui étaient tous entourés d'une haie protectrice: cet emploi est attesté dès 877 en Basse Auvergne (FOURNIER, 1962), et continue dans ce sens jusqu'à nos jours, par exemple en Languedoc. A l'époque du Cartulaire de Redon (Chartes de 797 à 924 et de 1019 à 1160), environ la moitié des champs étaient entourés de haies en Bretagne (FLATRES, 1971 a), mais c'est plus tard, avec la fragmentation continue des manses, que la densité des clôtures atteindra son maximum. Les textes juridiques, et notamment les polyptiques d'époque carolingienne, imposeront à chaque tenancier d'entretenir chaque année une certaine longueur de clôtures, ce qui permit leur maintien en bon état.

Dans l'histoire des campagnes françaises (ROUPNEL, 1932), le développement des clôtures a été cependant inégal et tardif. Spectaculaire dans les pays de l'ouest parce que favorisé par l'évolution vers la pâture enclose vers laquelle poussait un climat favorable à l'herbe, il

a donné un paysage de bocages touffus et compacts. "Dans le Bocage normand, l'évolution ne s'achèvera souvent que vers le milieu du XIX^{ème} siècle, avec le passage à l'économie d'élevage commercialisée (PERPILLOU, 1971). Dans tous ces bocages de l'ouest intérieur, on trouve çà et là, fossilisés sous le réseau des clôtures, mais révélés par la toponymie, des vestiges de paysages de terroirs ouverts en cultures continues (*méchou*, *méjou* en Bretagne bretonnante; *gaigneries* en Bretagne de langue française), associés à des hameaux, qui y existaient jadis, ceints d'une clôture périphérique, au milieu des landes. Ils ont pu se maintenir dans des secteurs littoraux où la fertilisation par les engrais marins (varechs) a permis à ces noyaux de culture intensive des hameaux de rester en culture permanente après que l'appropriation individuelle des landes eut fait disparaître les engrais végétaux qu'on y obtenait par incendie de la végétation naturelle (JULLARD *et al.*, 1971). "Les paysages à enclos et habitats dispersés de l'ouest et du sud de la France correspondent à "une France retardataire, analphabète, misérable et mal nourrie" (PLANHOL, 1988) par rapport aux champs ouverts à communautés organisées du nord et du nord-est.

La mécanisation, puis la motorisation de l'agriculture ont entraîné un bouleversement profond des structures agraires et notamment la suppression d'une partie au moins des haies (FLATRES, 1971 b; FLATRES *et al.*, 1980) ou débocagisation, avec, quelquefois de funestes conséquences. Par exemple, au Pays Basque, la suppression inconsidérée des haies à l'occasion d'opérations de remembrement a parfois entraîné une remontée de la nappe phréatique qui a rendu le terrain si mouilleux que les tracteurs ni même les bêtes ne pouvaient plus y pénétrer sans s'enliser.

Inde

Dans les jardins de case des terres basses humides de l'Inde (SINGH, G.B., 1987)

Le "Pala"

En Inde, on appelle "pala" les feuilles de *Zizyphus nummularia*. On les ramasse en hiver, on les stocke, et on les donne à consommer aux animaux en saison sèche. Pour ce foin, on a : 96,4% M.S., 10,5% P.B., 34,2% A.D.F., 18,8% cellulose, 3,4% Ca, 42,1% N.D.F., 9,4% hémicellulose, 22,3% minéraux, 0,4% P, 57,9% contenu cellulaire, 6,9% lignine, et 8,3% silice. C'est donc un foin considéré comme riche en protéines brutes, Ca, et contenu cellulaire. Les coefficients de digestibilité en % sont:

	M.S.	P.B.	F.B.	Extr. éther	Extr. sans N
pour le mouton	50,05	33,09	48,86	39,48	54,20
pour la chèvre	51,27	36,25	54,54	48,28	54,22

Le "pala" est donc mieux valorisé par la chèvre que par le mouton, mais constitue une bonne ration d'entretien pour des adultes non reproducteurs des deux espèces. On obtient les rendements suivants (en grammes, sur du foin de "pala") :

	intrants	extrants	balance
N mouton	15,3	12,1	3,2
chèvre	13,4	10,6	2,8
Ca mouton	30,8	22,0	8,8
chèvre	26,7	20,1	6,6
P mouton	0,89	0,84	0,05
chèvre	0,73	0,58	0,15

(SINGH, K. et GUPTA, 1977)

les besoins fourragers sont normalement satisfaits par le système, qui combine les cultures avec plusieurs étages de ligneux. Dans les régions chaudes arides, le "khejri", *Prosopis cineraria*, et son association avec les cultures satisfont les besoins en fourrage, comme en nourriture et en bois de service. Dans les régions humides semi-tempérées du Bouthan, du Népal, et du Sikkim, la combinaison de l'aune et de la cardamome du Népal, *Alnus nepalensis* - *Amomum subulatum*, est un bon exemple de système agroforestier traditionnel et commercial, où la cardamome pousse à l'ombre de l'arbre. La culture délibérée des arbres sur les limites des champs, leur distribution sporadique à l'intérieur des surfaces cultivées, et leur maintien systématique comme arbres d'ombrage dans les plantations de théiers et de caféiers sont des exemples classiques de pratiques agroforestières dominantes.

Les besoins en fourrage de l'Inde avaient été évalués en 1985 à 611,99. 10⁶ t par le Comité des herbes et des fourrages, alors que la disponibilité était évaluée à seulement 224,08.10⁶t. Comme le rapportent SINGH et GUPTA (1977), les feuilles de *Zizyphus nummularia* ou "pala" sont utilisées comme fourrage de conservation (cf. encadré).

Ligneux fourragers des Chagga

On trouvera dans le tableau 36 une liste de ligneux fourragers trouvés dans les jardins de case des Chagga de Tanzanie et leur spécificité, ou autres usages tels que définis par FERNANDES *et al.* (1984) et O'KTING'ATI *et al.* (1984).

La plupart des agriculteurs Chagga produisent assez de fourrage pour les besoins de leurs animaux. Si nécessaire, ils

<i>Calpurina aurea</i> , Fabacée	Pas fourragère, mais feuilles en décoction anti-helminthiques pour les bovins	Ombre du caféier, perches, manches d'outil, antimoustiques
<i>Commiphora</i> sp.pl., Bursér.	Jeunes feuilles appréciées	Tuteur vivant pour igname, clôtures à partir de boutures, propriétés anti-insectes
<i>Cordia abyssinica</i> , Borag.	Construction de ruches	Bois de feu, ombre du caféier, bois de construction (peut faire aussi d'assez jolis meubles)
<i>Cussonia Holstii</i> , Aral. <i>Datura arborea</i> , Solan.	Fourrage pour les abeilles	Anti-insectes Anti-nématodes, antiarmillaire
<i>Ficus</i> sp.pl., Mor.	Fruits appréciés par de nombreuses espèces soit sur l'arbre, soit à terre	Charbon de bois
<i>Gardenia</i> sp.pl., Rub.		Anti-insectes, ustensiles ménagers
<i>Iboza multiflora</i> , Lab.	Feuilles anti-helminthiques pour les bovins	Clôtures vivantes, racines utilisées dans le traitement des bilharzioses
<i>Morus alba</i> , Mor.	Feuilles et fruits appréciés	Bois de feu, renforcement des clôtures vivantes de <i>Caesalpinia decapetala</i> , fruit
<i>Trichilia hemitica</i> , Mèl.	Racines anti-helminthiques	
<i>Vangueria tomentosa</i> , Rub.	Racines anti-helminthiques et contre les morsures de serpent	Fruit consommé

Tableau 36 - Ligneux pour l'élevage chez les Chagga.

Sources: FERNANDES *et al.*, 1984; O'KTING'ATI, *et al.*, 1984

achètent du fourrage au marché ou plutôt à leurs voisins.

Chinampas et systèmes comparables

Le système de production "chinampa" (UNESCO, 1981 a) a été mis au point en Amérique tropicale par des populations pré-colombiennes. Il exige peu d'investissements autres qu'en main-d'oeuvre, et il est parfaitement durable lorsqu'il est bien géré. Son application en d'autres régions est possible lorsque l'eau est en quantité très abondante: ainsi, il a commencé d'être imité il y a quelques années en Chine, notamment à la Ferme

forestière de Chang Xia (ETAIX *et al.*, 1988). A l'origine, le principe en est, dans un terrain excessivement mouilleux, voire marécageux, de jouer au Créateur du premier jour d'après la Bible, et de séparer les terres et les eaux. Pour ce faire, on construit des bandes de terre étroites, de l'ordre de 6 à 8 m de large, en se servant de la boue presque liquide qui est au fond de l'eau. Ce faisant, les inter-bandes deviennent de plus en plus liquides, et finissent par former des canaux, d'environ 3 à 4 m de large, parallèles aux bandes de terre. En 1978, nous avons vu la même méthode de séparation à la main des terres et des eaux employée avec succès au Vietnam, dans les sols sulfatés acides du Delta du Mékong, pour créer des plantations d'ananas. En fin d'opération de prépara-

tion des terres, on se trouve donc devant de longues bandes parallèles de terre alternant avec des canaux. Ceux-ci sont navigables et peuvent être parcourus aisément par des barques qui permettent la circulation des personnes, des animaux et des marchandises.

La pisciculture est pratiquée dans les canaux. Les bords des canaux sont consolidés par des pieux, ou, très souvent, par des arbres supportant d'avoir les pieds dans l'eau, comme certains saules, quelques peupliers, des aulnes, etc. Ces arbres sont méthodiquement exploités pour leur feuillage qui sert de fourrage soit pour le poisson soit pour le bétail, pour leur bois, et pour faire des tuteurs pour les fleurs et les légumes qui sont cultivés sur les bandes de terre. La culture est intensive, très soignée, et bénéficie d'apports renouvelés fréquemment de boues provenant des canaux, qui sont riches en matière organique, notamment des déjections de poissons; les cultures profitent aussi de fumier, déposé par les animaux qu'on parque pour un temps court, mais avec une assez forte densité, et qu'on apporte en barques à partir de fermes d'élevage péri-urbaines. Le sol est enrichi aussi par des herbes aquatiques que l'on coupe dans les canaux et que l'on répand sur le sol. Au Mexique, le maïs est la plante la plus fréquemment cultivée par les "chinamperos", mais on trouve également fréquemment des haricots, des légumes verts, et des fleurs, essentiellement des dahlias. Ces produits sont faciles à écouler sur les marchés urbains, qui sont très proches car beaucoup de villes, comme Mexico, ont été fondées très anciennement sur les bords de lacs, et ce sont sur les marécages qui bordent ou voisinent ceux-ci que sont souvent installés les "chinampas". Des pépinières produisent sur place les plants qui sont nécessaires: les graines sont semées dans de petits cubes de boue, qu'on appelle "chapines", qui sont en temps utile transplantés entiers sur les lieux de culture.

La fonction du système en matière de production animale est multiple:

- ♦ des poissons sont produits dans les canaux,
- ♦ du bétail séjourne de temps à autre sur certaines parcelles pour leur apporter un complément de fertilisation,
- ♦ un peu de feuillage vert est récolté lorsque nécessaire sur les alignements qui bordent les parcelles pour fournir du fourrage au bétail.

Par ailleurs, en Chine, dans la Province du Jiangsu, on utilise dans un dispositif comparable des cyprès chauves, *Taxodium distichum*, des "ifs", *Taxodium ascendens*, et des métaséquoias, *Metasequoia glyptostroboides* (ÉTAIX *et al.*, l.c.). D'autres espèces sont à l'essai: saules locaux, peupliers italiens, platanes, aulnes, et sapin chinois (*Cunninghamia lanceolata*) du Hubei, qui peut pousser à proximité immédiate de l'eau. Les résultats de croissance sont excellents, les arbres disposant d'eau à volonté et des importantes quantités de matière organique déposées dans les canaux, notamment par les poissons et tous les animaux d'élevage. Par exemple, avec des *Taxodium ascendens* introduits du Henan, on avait en 1988 les résultats suivants (ÉTAIX *et al.*, l.c.):

- ♦ à 4 ans: diam. à 1,3 m: 7,6 cm; hauteur: 4,1 m
- ♦ à 6 ans: diam. à 1,3 m: 10,4 cm; hauteur: 6,5m
- ♦ à 10 ans: diam. à 1,3 m: 15,3 cm; hauteur: 10,3m

ce qui correspondait à un volume d'environ 143 m³.ha⁻¹.

Les trois espèces couramment utilisées ont les avantages suivants (ÉTAIX *et al.*, l.c.):

- ♦ elles poussent vite et droit,
- ♦ elles sont peu branchues,
- ♦ elles font peu d'ombre.
- ♦ elles fournissent un bois de bonne qualité.

En particulier, les *Taxodium* perdent leurs aiguilles en hiver, et les nouvelles feuilles ne se forment qu'en avril, ce qui

facilite la croissance de cultures d'hiver, comme le colza, récolté normalement en fin mai (HUANG *et al.*, 1986). Dans l'adaptation chinoise des "chinampas", la production de bois a plus d'importance qu'au Mexique, et la production agricole vient souvent derrière celle des animaux. C'est notamment pourquoi des essais sont entrepris pour planter sur les bandes de terre des arbres mellifères, afin d'y développer une apisyliculture. Par ailleurs, lorsque le couvert des arbres forestiers commence à se fermer, on introduit des chèvres dans le peuplement. Les principales productions animales dans le système sont cependant les poissons, et tout spécialement les carpes (carpe argentée, carpe noire, etc.), mais aussi les crevettes et les crabes. D'autre part, des milliers de canards et d'oies sont élevés sur les canaux, et de la volaille est élevée sur les bandes de terre entre les canaux. D'autre part, c'est aussi dans l'eau que se fait l'une des cultures les plus importantes, celle du lotus, très apprécié pour ses graines, ses racines, et même ses pousses dans des préparations culinaires, mais encore considéré quelquefois avec tout l'intérêt qu'on porte aux plantes ayant la réputation d'être aphrodisiaques. Les autres cultures les plus répandues sont le blé, le coton, le chou, le gingembre, le taro, le soja, les pastèques et les melons, la fraise, etc. Avec le riz, l'association ne donne pas de résultats satisfaisants, car on ne peut pas facilement agir sur le niveau de l'eau et le contrôler. Enfin, on cultive sur les bandes de terre, et en particulier sur des bois morts, certaines espèces de champignons comestibles, et en particulier des pleurotes, *Pleurotus ostreatus*. Arbres, élevage, cultures et milieu aquatique forment donc ici un système complexe et intégré comme dans les "chinampas", mais une différence essentielle existe: alors qu'en Amérique centrale il s'agit d'une pratique ancestrale parfaitement bien assimilée et maîtrisée par les populations, en Chine il s'agit d'un système expérimental, certes dérivé d'un mode ancien d'exploitation des canaux, mais encore en évolution,

où de nombreux essais sont encore en cours et où, par conséquent, le principal problème est d'intéresser les paysans et de les motiver. Comme l'écrivent ÉTAIX *et al.* (1988), "ceux-ci sont en général spécialisés par tâches et travaillent en équipes. Une équipe cultive en moyenne 10 ha (jusqu'à 100 ha), un paysan 0,7 ha (10 mus). Le fonctionnement de la planification des récoltes permet de motiver fortement les paysans, puisque les surplus sont pour celui qui les a obtenus. Les recherches tendent à montrer aux paysans qu'ils peuvent mettre en valeur des terres qui auparavant ne donnaient rien. On considère qu'1/10ème d'ha d'eau peut produire 500 kg de poisson annuellement (avec une valeur d'au moins 1 \$ U.S.kg⁻¹)". Par ailleurs, toujours d'après la même source, le profit net par hectare et par an pourrait être, en dollars U.S.:

1) pour les cultures:

pastèque et chou et taro	2 331 \$
colza et melon	1 581 \$
colza et taro	1 482 \$
gingembre et colza	1 216 \$
orge et coton	912 \$
colza et coton	892 \$

2) pour les poissons:

avec 2 250 à 6 225 kg.ha⁻¹.an⁻¹
entre 1 127 et 4 277 \$

3) pour les champignons: 3 243 \$

4) pour les plantes aquatiques: 1 622 \$

5) pour les arbres: 2 475 \$
avec 150 S.m³ et, de 3 à 9 ans
16,5 m³.ha⁻¹.an⁻¹.

Ces chiffres confirment que l'importance économique de la production ligneeuse est ici beaucoup plus grande que dans les "chinampas" mexicaines.

Chez les Fur du Jebel Marra (Darfur, Sudan)

Dans les zones de montagne du Jebel Marra, à l'Ouest du Soudan, des transhumants arabes viennent occasionnellement avec leurs troupeaux à la fin de la saison sèche si les pâturages des basses terres n'ont pas produit assez de fourrage. Ils ne sont pas bien vus par la population locale sédentaire, dont les filles et les femmes ont toujours été convoitées, mais regardés avec méfiance, en particulier par les Fur. Par contraste avec la vallée du Wadi Azum, il n'y a pas ici de contrats entre agriculteurs et éleveurs pour la fertilisation des sols de culture en échange de l'accès aux gousses des arbres et en particulier de *Faidherbia albida* et d'*Acacia tortilis*. Les taux de charge sont faibles, de 1 à 13 U.B.T.km⁻². Aussi les *F. albida* ne sont-ils pas émondés chaque année.

A Koronga, vers 1600 à 1800 m d'altitude, par 13°N. et 24°E., à 10 km à l'est de Nyertete, la pluviosité est inférieure à 800 mm. La population, qui atteint une densité sur l'ensemble du massif de 37 hab.km⁻², est ici de 120 à 250 hab.km⁻². Comme l'a écrit MIEHE (1986), trois espèces de ligneux ont été conservés dans les champs autour du village: *F. albida*, *Zizyphus spina-Christi* et *Cordia abyssinica*, ce dernier sur les coulées basaltiques et les mélanges de cendres et de basalte. Contrairement à ce qui se passe près de Zalinglei dans la vallée du Wadi Azum, le *Faidherbia* est considéré comme très utile. Tout d'abord, comme fournisseur de fourrage de saison sèche: tous les arbres du village sont fortement émondés et leur couronne fréquemment réduite à un petit nombre de faibles rejets. Leur potentiel de régénération est considérable, mais il y a cependant beaucoup de morts, causés par une gestion sans soin. On voit toutefois quelques arbres à palabre maintenus dans des cours ou sur des places, dont on a gardé les branches

intactes pour profiter de leur ombre. La germination des semences de *Faidherbia* est obtenue par passage dans le tractus intestinal des animaux, des chèvres en particulier; les graines y restent jusqu'à 6 jours mais 66,5% des graines rejetées n'ont pas été digérées. Aussi attribue-t-on de plus en plus à ce long séjour dans l'animal la dispersion géographique de l'espèce, mais il n'influencerait pas énormément la germination d'après WICKENS (1968). Cet auteur avait remarqué il y a plus d'un quart de siècle qu'on ramassait les feuilles pour les répandre sur les champs et les y enfouir; cette pratique n'a pas été retrouvée par MIEHE (*l.c.*); les agriculteurs Fur attribuent d'ailleurs la remontée de la fertilité sous les arbres aux déjections des animaux qui y séjournent à l'ombre et non pas à l'arbre lui-même. En réalité, l'augmentation de fertilité viendrait dans la plupart des cas, en ce qui concerne l'azote, pour moitié des déjections des animaux et pour moitié de l'activité des *Rhizobium* (C.T.F.T., 1988); mais les recherches actuelles, de l'ORSTOM notamment, s'orientent vers le rôle important que jouerait la remontée en surface des minéraux par les racines du *Faidherbia*. Les gousses sont disponibles de janvier-février à mai-juin, tandis qu'il y a des feuilles disponibles de septembre-octobre à juin-juillet. Ce rythme complète bien celui des feuilles de *Cordia abyssinica* et de *Zizyphus spina-Christi*, qui sont disponibles de juin à décembre. Les fruits de ces deux espèces sont disponibles de janvier à avril-juillet.

Les fruits de *C. abyssinica* sont comestibles et on prépare des sucreries à partir de la pulpe et des noyaux, qui constituent une friandise pour la période de Ramadan. Avec un mélange de fruits de *Zizyphus*, de *Cordia* et d'*Azanza garckeana*, on fabrique un breuvage sucré, également pour le Ramadan. Les feuilles du *Cordia* sont un bon fourrage de saison sèche pour les hovins; aussi les arbres, pratiquement marcescents, sont-ils plus sévèrement émondés encore que les *Faidherbia*.

Parmi les usages de *Zizyphus spina-Christi*, citons l'émondage des rameaux pour fournir du fourrage d'été aux dromadaires et aux chèvres, qui mangent les feuilles et les parties tendres; les branches piquantes dépouillées de leurs feuilles sont ensuite utilisées pour construire des "zerribas" (enclos ou haies protectrices contre le bétail).

Les ligneux suivants ont aussi une utilisation fourragère à Koronga:

- *Acacia Seyal*,
- *A. sieberiana*,
- dont les gousses et feuilles sont excellents pour tous les animaux; le brout est disponible quand le *Faidherbia* n'a plus de feuilles et que la végétation herbacée n'est pas encore développée;
- *Azanza garckeana*,
- surtout pour les chèvres,
- *Balanites aegyptiaca*,
- pas très apprécié localement,
- *Dichrostachys cinerea*,
- brout pour les chèvres et les dromadaires
- *Ficus Sycomorus*,
- pour tous les animaux,
- *F. Thoningii*,
- brout de saison sèche pour tous les animaux; souvent épiphyte sur *Faidherbia* ou *Cordia* qu'il encercle et étrangle,
- *Khaya senegalensis*,
- dont les jeunes feuilles seulement sont broutées,
- *Olea Laperrinei*,
- brouté par les dromadaires, les chèvres et les moutons; au-dessus de 1900 m d'altitude,
- *Phoenix reclinata*,
- dont les jeunes feuilles sont broutées par les chèvres,
- *Vitex Doniana*,
- au fruit et feuilles consommés par tous les animaux; les fleurs attirent beaucoup les abeilles.

Dans l'article de MIEHE (1986) déjà mentionné, un tableau est donné des situations montagnardes où l'on trouve le *Faidherbia albida* souvent associé à des terres de culture très anciennes, comme

en Israël (KARSHON, 1961), au Cap Vert (CHEVALIER, 1935), au Yémen (HEPPER *et al.*, 1979), dans les Monts Mandara au Cameroun (HALLAIRE, 1976), dans les Monts Nuba du Kordofan soudanais (LEBON, 1965), et chez les Galla et les Arussi d'Éthiopie (von BREITENBACH, 1963). Dans tous ces exemples, des animaux existaient ou existent encore, qui ont dû toujours s'alimenter à partir des gousses et aider à la dissémination de l'espèce.

Vietnam

Au Vietnam comme dans la majeure partie du Sud Est asiatique, les animaux occupent une place moins importante que dans des pays moins développés. Il n'est pas aussi facile qu'en Afrique de trouver des exemples de projets agroforestiers où les animaux aient un rôle important. Cependant, la description de la commune de LocLam apporte quelques informations (NGUYEN V.K., 1987). La commune s'étend sur 2533 ha avec environ 1300 personnes, la plupart membres de petites tribus. Les terres à pâturage ne couvrent que 76 ha, alors que les forêts en exploitation couvrent 1278 ha et les forêts de protection 882 ha. Plus de 135 ha ont été mis récemment en rizières. Dans le programme d'aménagement, on a prévu un système sylvipastoral dans les pâturages et les forêts de protection (!) visant à produire de la viande pour les habitants et à protéger la faune sauvage. Une grande importance est donnée partout aux arbres fruitiers, notamment sur les 51 ha consacrés aux jardins de case; sont recommandés le caféier, le jacquier, l'avocatier, le durian, etc... et il est prévu de développer avec leurs sous-produits l'élevage des porcs et la pisciculture en étangs.

L'aménagement agri-sylvi-piscicole de la Province de Ban Tré a été décrit par BAUMER et TRAN (1987).



Fig. 15 - Bovins se nourrissant de *Calliandra calothyrsus*.

Photo : Steve JACKSON, 1987

Mini-élevages utilisant des ligneux

Comme le rappelle LEPLAIDEUR (1991), "un intérêt nouveau s'est manifesté il y a quelques années pour l'élevage d'animaux mal connus, voire ignorés, dans les pays industrialisés, bien que leur utilisation alimentaire soit importante dans les pays en développement". Comme les espèces en cause sont généralement plus petites que celles qu'on range d'ordinaire dans le petit élevage (volailles, lapins, ...) on les a groupées sous le terme de mini-élevage; l'appellation micro-élevage est réservée à

l'élevage d'organismes unicellulaires du type levures, bactéries, etc.. Parmi les espèces considérées, on trouve les aulacodes d'Afrique occidentale ou faux-agoutis, les cricétomes d'Afrique centrale, et les cochons ou cochon d'Inde, qui sont des animaux de boucherie en Amérique du Sud et en Amérique centrale. On y trouve aussi les sauterelles, les grenouilles, les escargots, les termites et de petits gibiers comme les écureuils.

Les chercheurs belges sont actifs dans le domaine des mini-élevages, tout particulièrement ceux du Service de production animale tropicale (SPAT) de l'Institut de médecine tropicale Prince

Léopold, d'Anvers. Le bureau pour l'échange et la diffusion de l'information sur le mini-élevage (B.E.D.I.M.) a été transféré en 1994 à la Faculté de Sciences agronomiques de Gembloux :

- vermiculture, ou élevage de vers;
- héliciculture, ou élevage d'escargots (qui consomment notamment des fruits ouverts de palmier à huile, de papayer, de bananier, d'avocatier, d'oranger doux, des feuilles et des jeunes pousses de végétaux ligneux) (STIEVENART *et al.*, 1990);
- aulacodiculture, ou élevage d'aulacodes, notamment de *Thyonomys swinderianus* au Bénin, gros consommateur de jeunes rameaux ligneux;
- cricétomiculture, ou élevage de cricétomes;

- caviaculture, ou élevage de cobayes;
- et ranaculture, ou élevage de grenouilles.

A notre connaissance, il n'existe encore que peu de recherches systématiques sur l'utilisation des végétaux ligneux par les aulacodes ou par les escargots.

L'association olivier / céréale / mouton

Enfin, nous voudrions mentionner ici l'association de la culture de l'olivier (*Olea europaea*), d'une culture céréalière, et de l'élevage du mouton, si commune autour de la Méditerranée.

C'est probablement la plus ancienne forme d'agrisylvipastoralisme qui nous

soit parvenue: on la trouve encore en Espagne, en France, en Italie, au Maghreb, où elle descend jusque dans le Sud de la Tunisie, en Grèce, à Chypre (où l'olivier est quelquefois remplacé par des caroubiers, des figuiers ou d'autres fruitiers), en Turquie, et au Proche-Orient, y compris en Israël. Les émondes de l'olivier servent à la nourriture des moutons, qui paissent les chaumes après que la céréale ait été récoltée. Une grande partie de l'art de la conduite de ces associations agroforestières vient du choix de l'espacement à respecter entre les oliviers en fonction du sol, du climat, de la variété d'olivier et de la variété de la céréale associée. Les paysans du Sud tunisien sont passés maîtres dans l'exercice de ce choix.



Fig. 16 - Escargot géant africain se nourrissant de feuilles de Légumineuses.

Source : D. ZONGO

5. Brout

Il n'y a pas de séparation nette entre les herbes et les plantes de brout; les principales différences sont (STRANGE, 1980), pour les plantes de brout:

- ◆ la lignosité des tiges,
- ◆ toutes sont pérennes,
- ◆ elles sont généralement plus longévives,
- ◆ beaucoup sont plus hautes et plus grosses,
- ◆ augmentent d'importance vers l'aride,
- ◆ peuvent être les seules plantes qui existent encore lorsqu'il y a sévère dégradation.

Si les bovins ne s'en occupent qu'en saison sèche, les camelins subsistent souvent uniquement sur le brout. Les plantes de brout ont certainement une place qui doit se développer dans la recherche: planter des ligneux dans les pâturages, les combiner avec des herbes, des Graminées, des Légumineuses: seraient à tester *Abutilon*, *Acacia*, *Acalypha*, *Atriplex*, *Cadaba*, *Grewia*, *Racospernum aeneurum*, *Rhus natalensis*, *Salvadora persica*, etc.

Référence est faite constamment au déboisement, à l'érosion du sol et à l'alluvionnement par les rivières comme à des fléaux. On oublie que si elles n'avaient pas été déboisées d'une grande partie de leurs forêts, ni l'Allemagne, ni la Belgique, ni la France ni bien d'autres pays ne seraient devenus de grandes nations agricoles. On oublie que certaines méthodes de récupération des sols marginaux, dans l'agriculture nabatéenne par exemple, consistent à accélérer l'érosion de certaines parcelles pour accumuler dans d'autres le peu de sol disponible et l'y exploiter. On oublie que sans l'érosion causée par le Nil il n'y aurait pas eu d'Egypte pharaonique.

Rôle du brout, qualitatif et quantitatif

Les principaux concepts relatifs au brout ont été révisés par RUTHERFORD (1979), qui a écrit: "On peut considérer que le brout est l'ensemble du matériel végétal d'une espèce ligneuse qui est susceptible d'être consommé par un certain ensemble d'animaux". La limite inférieure de comestibilité est alors un facteur important pour déterminer la quantité totale de brout. Des conditions particulières qui dépendent souvent de la période de l'année où le brout devient de plus en plus rare, par suite, par exemple, d'une pression accrue des animaux, peuvent abaisser le seuil de ce que l'on considère comme comestible. Des modifications saisonnières du matériel végétal, par exemple de son appétabilité ou de son contenu en humidité (lignification des rameaux) peuvent aussi avoir un impact sur la définition du brout. Dans plusieurs travaux, on a souvent associé une définition du brout avec des concepts tels que ceux de "charge normale", d'"espèces préférées", d'"utilisation permmissible". On trouvera ci-après quelques exemples réels de définitions implicites ou explicites du brout. Le plus communément, on regarde le brout comme l'accroissement des feuilles et des rameaux pendant l'année en cours. Quelquefois, on a choisi arbitrairement une certaine dimension des rameaux pour fixer la limite de ce qui est brout et de ce qui ne l'est pas, par exemple une longueur ou un diamètre déterminé (KNIERIM *et al.*, 1971). Quelquefois, on ne tient pas compte des rameaux les plus petits et on ne compte comme brout que les rameaux égaux ou plus grands qu'une certaine longueur (BOOKHOUT, 1965). Dans quelques espèces avec une forme de croissance particulière, on définit le brout comme la partie distale par rapport à un point situé à une certaine

distance de la base de la pousse. Des définitions plus pratiques utilisent le concept de diamètre du rameau au point de brout ou *diameter at point of browsing* (D.P.B.) et on parle alors le plus souvent de D.P.B. moyen, de telle sorte que le brout est considéré ici comme la section du croît de l'année en cours comprise entre le bourgeon terminal et le D.P.B. moyen. Il est quelquefois évident que le D.P.B. moyen est plus grand que le diamètre de l'accroissement courant annuel ou *diameter of current growth* (D.C.G.), dans des circonstances particulières. Plus récemment, on a utilisé le D.P.B. maximum, ce qui s'accorde bien avec la définition du brout limité par le plus bas niveau de consommabilité. On peut considérer en général que l'emploi d'une moyenne des D.P.B. maxima pour un ensemble déterminé d'animaux et de conditions est acceptable pour définir le brout. Chaque situation, cependant, doit être considérée comme particulière. Par exemple, dans certains cas, on peut comprendre dans le brout les feuilles mortes, séchées et tombées au sol, voire les fruits sur la plante ou au sol.

Du brout produit par les végétaux, il n'y a qu'une partie accessible aux animaux. On définit souvent l'accessibilité (du brout) par la hauteur maximum que l'animal peut atteindre pour s'en saisir. Cette hauteur varie beaucoup avec l'espèce; les plus grands bovidés ne dépassent guère deux mètres, mais les girafes vont beaucoup plus haut, encore que cette hauteur varie avec la saison, comme, toutes proportions gardées, pour le rhinocéros. Quant aux chèvres, elles savent grimper dans certains arbres, ainsi dans les arganiers du Souss au Maroc. L'accessibilité est accrue lorsque le terrain est accidenté parce que les animaux montent en amont du ligneux sur la pente ou sur des rochers en surplomb et attaquent par-dessus le feuillage des ligneux enracinés plus bas.

On a signalé aussi (BOOKHOUT, *l.c.*) que la neige ou le verglas alourdissent les branches et peuvent ainsi augmenter temporairement leur accessibilité. Par ailleurs, l'entrelacement des branches est quelquefois tel que l'accessibilité en est réduite; ainsi des *Capparis* et des *Maerua* des zones sèches, qui réagissent au broutage intense des dromadaires, des chèvres et des gazelles en formant de très nombreuses petites branches qui s'entrecroisent, donnant à la plante une forme provisoire de coussinet, empêchant les animaux d'atteindre le centre du buisson et permettant ainsi sa survie. Par ailleurs, il peut y avoir concurrence pour le broutage entre les différentes espèces animales. Par exemple, le brout peut ne plus être disponible pour le cheptel domestique si des sauterelles l'ont déjà dévoré. On notera à ce sujet que pour beaucoup d'insectes, l'accessibilité du brout est quasi illimitée. Mais il n'en est pas ainsi pour toutes les espèces d'insectes. Les études menées à Lamto, en Côte d'Ivoire, dans le cadre du Programme MAB de l'UNESCO, indiquent que nombre d'espèces ont une niche bien déterminée, aux limites précises, notamment altitudinales. Dans un travail concernant les pluviosylves de Malaisie et d'Australie, on a montré que les Mammifères et les Oiseaux se répartissent en niches qui sont liées à la constitution générale des forêts: si les peuplements aériens d'Oiseaux et de chauves-souris et les animaux volants de la strate moyenne sont quelque peu carnivores mais surtout insectivores, et si la plupart des petits animaux terrestres sont insectivores ou à régime mixte, il y a compétition potentielle pour le brout entre les autres groupes:

- ♦ la plupart des animaux qui peuplent le couvert forestier se nourrissent de feuilles, de fruits ou de nectar; ce sont des Oiseaux, des chauves-souris, et de petits Mammifères;
- ♦ les animaux grimpeurs de la strate moyenne, Mammifères qui grimpent et descendent le long des troncs d'arbres et qui se nourrissent à la fois à terre et dans le couvert arboré, ont principalement un régime mixte, où

les feuilles, les fruits ou les bourgeons sont consommés;

- ♦ les grands animaux terrestres, en majorité des Mammifères, sont surtout herbivores, comme par exemple les éléphants.

La connaissance de telles relations est nécessaire pour comprendre l'organisation et le fonctionnement des systèmes complexes.

Les plantes peuvent aussi se défendre contre les herbivores. Par exemple, par des épines ou par des barrières chimiques. Les épines n'arrêtent pas toutes les espèces de brouteurs: les épines très fortes d'*Acacia Senegal* ou d'*A. Seyal* ne sont pas un très sérieux obstacle pour les dromadaires, qui eux aussi se sont adaptés ! Ceci entraîne chez les espèces végétales tropicales du climax ou de stades avancés des successions écologiques, des défenses plus nombreuses que chez les espèces des premiers stades d'occupation du milieu. Comme l'ont rappelé FOURNIER *et al.* (1983), les monocultures de ces espèces de stades successionnels précoces, typiques de l'agriculture moderne, sont donc particulièrement vulnérables à la décimation par les herbivores.

L'un des principaux avantages du brout par rapport à d'autres fourrages naturels est qu'il est disponible sur des périodes plus étendues et souvent différentes de celles des herbes et des Graminacées. Par exemple, dans le nord du Kordofan (Soudan), la production foliaire de *Cadaba farinosa* est maximale en août, au milieu de la saison des pluies où les herbes sont abondantes, mais *Combretum aculeatum* a son maximum de feuilles en octobre, après la saison des pluies, et *Faidherbia albida* en janvier, pendant la saison froide et sèche. Ces variations permettent d'établir des calendriers fourragers échelonnés. Ce qu'il est important de savoir, c'est qu'il est des régions d'élevage, comme les régions arides pendant la période la plus sèche, où le brout conditionne littéralement l'état des animaux, tant son impor-

tance est grande, en particulier son importance qualitative. Les ligneux qui produisent le brout sont indispensables dans ces régions consacrées à l'élevage extensif. Mais ils sont tout aussi nécessaires dans les régions moins sèches où l'élevage et l'agriculture s'exercent conjointement. La demande de ressources fourragères dans ces régions est constamment en hausse, notamment du fait de l'augmentation de la population et donc de ses besoins, et dans une plus faible mesure en raison de l'accroissement de la culture attelée et de la tendance des agriculteurs sédentaires de se constituer des troupeaux d'élevage pour eux-mêmes. La réduction des terres de pâturage par suite d'une extension inconsidérée des cultures vers des zones de plus en plus arides a pour conséquence la vente de plus en plus fréquente de fourrages par les agriculteurs, qui est aussi une cause de l'augmentation des fourrages et de leur importance croissante dans les bilans économiques des ménages.

Si l'on essaye d'imaginer ce que pourraient être les qualités d'un ligneux fourrager idéal, on aboutit à un idéotype ainsi fait:

- ♦ Adaptabilité: l'espèce devrait être capable de s'établir facilement et de se maintenir en bonnes conditions dans l'environnement choisi.
- ♦ Appétabilité: elle devrait être recherchée ou au moins facilement acceptée par les animaux; comme les différentes espèces animales ont des goûts différents, comme il arrive même que les goûts d'une même espèce varient avec son âge ou avec son état physiologique, l'idéotype devrait rester appétable en toutes circonstances et pour toutes sortes d'animaux.
- ♦ Valeur nutritive: elle devrait être élevée; on notera que l'appétabilité est quelquefois grande sans que la valeur nutritive le soit: il faut donc évaluer ces deux caractères séparément.

- Croissance et production: la production d'une bonne quantité de fourrage par unité de surface du terrain est une considération pratique et économique importante.
- Rusticité et résistance à l'usage: la plante devrait être capable de résister à un usage fort et varié (broutage, émondage, arrachage des feuilles, etc.); elle devrait avoir la capacité de récupérer rapidement après un fort usage, et de reformer des feuilles rapidement après que celles-ci ont été hachées ou cueillies.
- Ombrage: l'idéotype devrait pouvoir croître à l'ombre d'autres espèces ligneuses pour maximiser la production.
- Racines: pour ne pas gêner d'autres cultures, il devrait avoir un système racinaire profond, ce qui lui donnerait aussi l'avantage de pouvoir puiser à grande profondeur ses éléments nutritifs, sans entrer trop en compétition avec d'autres cultures.
- Non-nuisance: bien entendu, l'idéotype ne devrait être toxique ou nuisible en aucun cas aux animaux, par exemple il ne devrait pas porter d'épines, d'aiguillons ou de crochets, ni présenter de propriétés allélopathiques s'il est associé à des cultures.

On pourrait ajouter qu'une qualité additionnelle du végétal ligneux idéal serait de fournir du bois dans lequel on puisse fabriquer des instruments utiles à l'élevage ou à la culture en général, tels que manches de fouet, cordes et liens, bâts, charrettes, charrue, joug, vaisselle laitière, etc. Pour aider à choisir les espèces répondant aux besoins identifiés, il est avantageux de construire une matrice, comme l'a fait par exemple au Rwanda le Projet agro-pastoral (PAP) de Nyabisindu, soutenu par G.T.Z. (PAP, 1985). On a construit ce schéma matriciel à partir des rubriques suivantes:

- Conditions stationnelles dans la région du Projet. La région du Projet a été subdivisée en trois zones climatiques:

- Mayaga et la Dorsale granitique orientale, recevant jusqu'à 1 000 mm de précipitations moyennes annuelles, avec une température moyenne de plus de 20°C.
- Dorsale granitique occidentale et Plateau central avec une pluviométrie moyenne annuelle de 1 200 mm environ.
- Crête Zaire-Nil et zones d'altitude à Gikongoro, avec plus de 1 200 mm de précipitations moyennes annuelles et une température moyenne de moins de 18°C. Cette zone ne couvre qu'une très petite portion de la zone d'action du Projet.
- Conditions pédologiques. Les sols ont été classés en 4 catégories. Une cinquième comprenant les sols de meilleure aptitude, caractérisés par un pH supérieur à 4,5 et la présence de diorites et de gabbros comme minéraux de base, n'a pas été indiquée, car ces sols sont supposés offrir de bonnes conditions de végétation à toutes les essences:
 - sol profond à texture meuble,
 - volume de sol exploité par les racines inférieur à 50 cm, pierreux,
 - pH (H²O) 4,5, absence de roches sombres,
 - sols de bas-fonds, engorgés d'eau.
 La combinaison de 2 + 3, sols peu profonds et pauvres en éléments nutritifs, est assez exclusive d'une intégration de ligneux.
- Emplacements favorables sur les surfaces de l'exploitation. L'aptitude de l'arbre à s'installer en différents emplacements de l'exploitation (occupation des sols) est jugée en fonction de 4 situations:
 - "Urugo" ou terroir entourant l'habitation. L'essence est jugée en fonction de son aptitude à servir de clôture dense et à produire de l'ombrage près des habitations et dans la cour.
 - Haie de délimitation de l'exploitation. Dans cette situation, il convient de juger de l'aptitude de l'arbre associé à une haie à marquer les limites extérieures de l'exploitation ainsi

qu'à délimiter en parcelles les surfaces intérieures de l'exploitation. Les essences sont ici considérées sous l'angle de leur utilisation en tant qu'arbres et non pas en tant que haies basses (ce dernier aspect est pris en considération sous le point V 4).

- Surfaces de culture. Dans cette situation, on juge de l'aptitude des différentes essences à une association aux cultures de plein champ. Sous ces cultures de plein champ, on englobe également les surfaces fourragères et autres cultures permanentes.
- Pâturages. Cette situation sert à définir les essences se prêtant à une utilisation sur les pâturages. Les chances de survie des jeunes arbres dépendent chez presque toutes les espèces des soins et mesures de protection apportés. Lors de l'appréciation des différentes essences en fonction de ce critère, on considère donc comme acquis que de tels soins et mesures soient effectués.
- Modes de reproduction. Les modes et possibilités de reproduction ont été classés en 5 groupes:
 - Elevage en pépinière avec repiquage recommandé. Le repiquage peut dans certains cas être remplacé par l'élevage à racines nues, en particulier si du compost est placé dans le trou de plantation.
 - Régénération naturelle. Les arbres, dans certains cas, se multiplient spontanément. Les brins de semences peuvent être détachés et repiqués.
 - Semis direct. La méthode du semis direct est avantageuse lorsque l'exploitation a besoin de beaucoup de plants, ce qui est le cas par exemple lors d'établissement d'une haie. Les essences pouvant être élevées selon ce mode de production sont indiquées plus loin.

BROUT

	ABCDE	FGHIJ	KLMNO	PQRST	UVWXY	ZZI
<i>I. Conditions écologiques dans la région du PAP</i>						
1. Mayaga oriental + Dorsale granitique	+ + + + -	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ 0 + 0 + +	+ +
2. Dorsale granitique occidentale + Plateau central	- - + + -	+ + 0 + +	0 + + 0 0	+ 0 0 + +	+ - + - +	+ +
3. Crête, zones d'altitude Gikongoro	- - + + +	0 - - - 0	- - + - -	0 - - + -	+ - + - +	+ 0
<i>II. Conditions pédologiques</i>						
1. Sol profond, meuble	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +	+ + + 0 +	+ + + + +	+ +
2. Zone de colonisation radiculaire 50 cm, graveleux	+ 0 0 + -	+ + (+) + +	+ + + - +	+ + + - +	- 0 0 + +	+ +
3. pH (KCl) 4,5, pas de roches sombre (2)	- - 0 +	0 0 (-) - -	- 0 + - -	0 - + -	- - 0 - 0	0 +
4. Bas-fonds	- - 0 (0)	+ (0) (-) - -	- 0 0 -	- - + 0	+ 0 0 - +	+ 0
<i>III. Emplacements favorables sur l'exploitation</i>						
1. Urugo, habitation, cour	- + + + +	- + - + +	+ + + + +	+ 0 0 - +	0 0 0 - +	- +
2. Limites de l'exploitation, haie arborescente	+ - + + +	+ + 0 + +	+ + + - +	+ + - + +	0 0 0 0 +	- +
3. Surfaces cultivées	- 0 + + (0)	+ + + 0 +	0 + - - +	0 + + + +	+ - + - + (1)	+ +
4. Pâturage (en cas de soins appropriés)	0 + + + +	+ + - 0 +	+ + - + -	- + - + +	- + - + +	- 0
<i>IV. Mode de reproduction</i>						
1. Elevage en pépinière avec repiquage recommandé	+ + + + +	+ - + +	+ + - + +	+ + + + -	+ + + + +	+ +
2. Régénération naturelle	- - + + 0	+ + 0	+ 0 - - -	0 + + -	- - + - +	+ +
3. Semis direct	0 0 + -	+ + + 0 +	+ 0 - - -	- + -	- - + - +	+ +
4. Bouturage	- - (0)	(+)	- + + - +	0 - + +	- 0 - - -	- +
5. Inoculation recommandée	+	+ +	+ +	+	+ +	
<i>V. Formes d'exploitation d'arbres</i>						
1. Bois de grume	+ + + + +	- - - 0 +	+ + - + -	+ 0 + + -	+ + + + -	- 0
2. Exploitation des rejets de souche	0 0 + + +	+ + + + 0	+ + + + +	+ + 0 + +	- + - + +	- +
3. Régime du taillis en têtards	- - + + +	- + - + -	+ + - + +	+ + - + +	- - - - -	- +
4. Emondage	0 + + +	+ + + - -	- + + + +	- + - + +	- + - + +	+ 0
2. Charbon de bois (tronc + branches)	+ + - 0 -	0 - - + 0	0 - - - +	+ - - + 0	0 + 0 + +	
3. Bois de construction (tronc)	- - - 0	- - - - -	- - - +	+ - - 0 -	+ - 0 - -	- -
4. Bois de perchis	0 0 0 0 0	- + - - 0	0 0 - 0 0	+ - + 0 -	- 0 - - -	- 0
5. Bois d'ébénisterie (tronc)	- - + 0 +	- - - 0 +	- - - - -	0 - - - -	+ - 0 - -	- -
6. Bois d'œuvre	- - 0 +	- - - + +	- + - + -	+ + + -	- - 0 0	- -
7. Résistance du bois aux attaques des termites		-		+ + + 0	+ 0 -	- -
8. Durabilité		-		0 0 + -	- - - + -	- -
<i>B) Autres produits</i>						
9. Tutteurs (haricots)	- -	0 + + + +	- - - - +	+ + - 0 +	- - - - 0	0 0
10. Matériel de paillage	- - + + +	+ + 0 + +	- 0 0 + +	- + - + +	- - - - +	+ -
11. Fruits	- - - -	+ - - - -	- - - - -	- - - - +	- - - - -	- -
12. Fourrage (fruits et feuilles)	0 0 + + 0	+ + 0	0 + - + +	- + 0 - + (4)	- + - + +	+ 0
13. Divers (médicaments, etc.)	0	+	+ + +	- - + + (5)	+	+
<i>VII. Autres propriétés et exigences spécifiques:</i>						
1. Fixation d'azote	+	+ + -	+ - + +	- + - - -	+ - + +	+ -
2. Amélioration des sols	+	+ + + 0 0	0 + 0 + +	- + 0 + +	0 0 0 + +	+ 0
3. Nécessité de tailler les cimes et les racines	- 0 0 0 +	- 0 - + + (6)	- 0 + + 0	+ 0 - + +	0 - + - 0	- 0
4. Cime dense, ombrage intense	0 0 + +	- - - + +	- 0 0 0 -	0 - - 0 +	- - 0 - 0	0 +
5. Bonne sociabilité envers les cultures, même au stade adulte	- 0 0	+ + + 0 0	0 + + + +	+ - + + +	+	
6. Plante mellifère	+ + + +	+ + +	+ + - + -		+ +	

A	<i>Acacia Hookii</i>	J	<i>Cedrela serrulata</i>	S	<i>Mitragyne rubrostipulacea</i>
B	<i>Acacia sieberiana</i>	K	<i>Entada abyssinica</i>	T	<i>Morus alba</i>
C	<i>Albizia chinensis</i>	L	<i>Erythrina abyssinica</i>	U	<i>Newtonia Buchanii</i>
D	<i>Albizia gummifera</i>	M	<i>Euphorbia Tirucalli</i>	V	<i>Pithecellobium dulce</i>
E	<i>Alnus acuminata</i>	N	<i>Faidherbia albida</i>	W	<i>Polyscias fulva</i>
F	<i>Cajanus Cajan</i>	O	<i>Gliricidia maculata</i>	X	<i>Prosopis chilensis</i>
G	<i>Calliandra calothyrsus</i>	P	<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	Y	<i>Sesbania Sesban</i>
H	<i>Cassia occidentalis</i>	Q	<i>Leucaena leucocephala</i>	Z	<i>Tephrosia Vogelii</i>
I	<i>Cassia spectabilis</i>	R	<i>Milletia dura</i>	Z.1	<i>Vernonia amygdalina</i>

Tableau 37 - Options pour le choix d'espèces agroforestières au P.A.P. de Nyabisindu, Rwanda.

Symboles

- + bonne; oui, beaucoup
- 0 moyenne
- mauvaise; non, peu ou non déterminé
- (+) propriétés présumées
- (-) propriétés présumées
- (0) propriétés présumées

Remarques

- 1) Ne peut être élevé qu'en zone de demi-ombre; par exemple bananeraie où les méthodes de la régénération naturelle ou du semis direct peuvent également être employées.
- 2) Il est supposé que toutes les essences indiquées se prêtent à une installation sur des sols de bonne qualité ayant un pH élevé.
- 3) Oui/non, éventuel après inoculation.
- 4) Contient de la mimosine.
- 5) Production de soie.
- 6) Des coupes régulières de régénération sont nécessaires.

Source: P.A.P., 1985

- Bouturage.
L'aptitude à une multiplication par bouturage est indiquée.
- Inoculation de Bactéries.
De nombreuses Légumineuses ne développent des propriétés de fixation symbiotique de l'azote que lorsqu'elles ont été infectées préalablement avec les symbiotes correspondants.
- ◆ Formes d'exploitation d'arbres.
Il s'agit de déterminer si l'on cherche à obtenir les produits désirés sous forme de bois en grumes, de rejets de souche, de têtards, de produits d'émonde, etc.
- ◆ Produits récoltés:
A - Produits ligneux;
B - Autres produits.
Treize catégories de produits au total ont été retenues pour les différentes essences. Beaucoup de végétaux ligneux fournissent un grand nombre de produits à la fois. Dans le tableau matriciel, il n'a été tenu compte que des produits les plus importants pour

la région. En ce qui concerne le schéma matriciel, il faut noter que les produits "charbon de bois", "bois d'oeuvre" et "bois d'ébénisterie" sont obtenus principalement à partir de grumes ayant un diamètre de 20 cm au moins.

- ◆ Autres propriétés et exigences.
Les différentes essences ont également été jugées en fonction de toute une série d'autres propriétés et exigences spécifiques susceptibles d'exercer une influence sur le rendement des méthodes agroforestières dans l'exploitation, telles que: fixation d'azote, amélioration des sols, nécessité de tailler les cimes ou les racines, ombrage dense, sociabilité avec d'autres espèces comme les cultures associées, capacités mellifères, etc.

Grâce à ce schéma matriciel, on a identifié comme bonnes espèces fourragères pour la région considérée 21 ligneux, dont les caractéristiques sont données dans le tableau 37.

Par contre, se sont révélées comme non-intéressantes sur le plan de la production fourragère dans la région du Projet: *Acrocarpus fraxinifolia*, *Croton macrostachyus*, *C. megalocarpus*, *Euphorbia Tirucalli*, *Ficus* sp., *Grevillea robusta*, *Jacaranda mimosaeifolia*, *Mue-sopsis Eminii*, *Markhamia lutea*, *Mitragyne rubrostipulacea*, *Myrianthus Holsii*, *Newtonia Buchanania*, *Podocarpus usambarensis*, *Polyscias fulva*.

En général, dans le sud de l'Afrique, le brout produit dans les savanes boisées à *Brachystegia* de type "miombo" est moins apprécié par les Ongulés et formé par de moins bonnes productrices de fourrage que les types de végétation plus secs. A l'exception des systèmes zambiens de "chitemene" et de l'utilisation par les hovins d'une poussée de nouvelles feuilles à la fin de la saison sèche, leur contribution à l'alimentation des animaux est réduite. Les principales Graminacées qui se développent après la coupe des ligneux sont *Hyparrhenia*

sp. pl. *Hyperthelia dissoluta*, *Setaria sphacelata*, *Andropogon gyanus*, *Diheteropogon amplexans*, *Digitaria* sp. pl., *Sporobolus pyramidalis* et *Bracharia brizantha*. Les ligneux les plus courants sont *Brachystegia spiciformis*, *B. Boehmii*, *B. glaucescens*, *Julbernardia globiflora*, *Parinari curatellifolia*, *Diplorhynchus condylocarpon*, *Combretum molle*, *Cussonia spicata*, *Uapaca kirkiana*, *Monotes glaber*, *Faurea saligna*, *Albizia antunesiana*, *Strychnos spinosa* et *Vangueria infausta* (WALKER, 1980).

Les feuilles d'*Erythrina poeppigiana* ont une teneur en protéines brutes de l'ordre de 30% et fournissent un fourrage de qualité. La fixation d'azote par les nodosités des racines de cette érythrine avait été évaluée à plus de 200 kg.ha⁻¹.an⁻¹ (HADLEY *et al.*, 1983).

Dans les savanes sub-humides du Nigéria méridional, une trentaine d'espèces de brout ont été identifiées (BAYER *et al.*, 1985). Parmi les plus utilisées, et qui sont toutes coupées pour être vendues sur les marchés ou portées au bétail, on compte l'acajou du Sénégal, *Khaya senegalensis*, l'*Azelia africana*, le *Daniellia Oliveri* ("capaïba balsam tree"). Plusieurs piliostigmas sont aussi de bonnes espèces fourragères mais ne sont pas coupées et ne font pas l'objet de commerce. Le brout est consommé à partir du mois de janvier dans les zones cultivées, alors que les résidus de cultures servant d'aliment du bétail commencent à se faire rares, et diminuent sérieusement à partir de février, où ils n'occupent plus le bétail que pour au maximum 18% de son temps d'alimentation, diminuant constamment jusqu'en juin où ils disparaissent, après avoir occupé plus de 65% du temps d'alimentation en décembre. C'est en avril que l'utilisation du brout est la plus grande dans les zones cultivées, mais elle ne dépasse pas 10% du temps d'alimentation des animaux. Au contraire, dans les réserves pastorales qu'on ouvre au bétail, c'est en mars que les animaux passent le plus de leur temps d'alimen-

tation sur les ligneux (jusqu'à 30%) et la période où le brout est utilisé commence dès novembre pour ne se terminer qu'en juin; l'utilisation des résidus agricoles ne dépasse pas 45% dans ces réserves et la courbe de fréquence d'utilisation suit celle des zones cultivées mais avec des valeurs toujours inférieures. Dans ces savanes sub-humides les zones buissonneuses portent deux fois moins de fourrage que les jachères récentes qui sont nettement préférées pour le pâturage de saison humide (POWELL *et al.*, 1985); les zones ripariennes basses donnent assez de fourrage pour porter 2 ou 3 U.B.T. ha⁻¹.

Dans l'aménagement des zones arides, de nombreuses plantes ligneuses ou assimilées en agroforesterie aux ligneux, comme certaines plantes grasses, peuvent jouer un rôle indirect important sur la production animale, en fournissant un complément de nourriture aux pasteurs qui accompagnent les animaux et en facilitant la sédentarisation de quelques familles autour des puits pour les garder et les entretenir. Ainsi peut-on fonder des espoirs comme producteurs de fruits ou de graines comestibles sur des espèces étudiées par J. ARONSON (comm. pers.), telles que:

- ♦ des Anacardiées, comme *Cyrtocarpa edulis*, le "ciruelo" du Mexique (Baja California),
- ♦ ou *Harpephyllum cafrum* d'Afrique méridionale et orientale, le "kei apple" des anglophones, ou *Sclerocarya Birroca* des zones tropicales sèches d'Afrique;
- ♦ des Cactacées, notamment *Pachycereus pecten-aboriginum* et *P. Pringlei* de la Basse Californie mexicaine, *Stenocereus gummosus* et *S. Thurberi*, respectivement de la Basse Californie et du désert de Sonoran,
- ♦ des Césalpiniacées, comme *Cordia alliodora*, le "yecib" de Somalie,
- ♦ des Euphorbiacées, comme *Ricinus communis* d'Afrique du sud,
- ♦ des Myrtacées, comme *Psidium guajava* d'Amérique tropicale.

- ♦ des Rhamnacées, comme le très répandu *Zizyphus mauritiana*, un jujubier, dont la variété "ber" est sélectionnée de longue date en Inde pour donner de gros fruits juteux et succulents.

- ♦ des Sapotacées, comme le *Mimusops* *Angel* du nord de la Somalie.

Dans le Massif du Cal Madow, en Somalie, en exposition nord, vers 1100 m d'altitude, se trouve une zone très rocheuse, sans sol meuble, mais couverte d'une brousse sempervirente (AUDRU *et al.*, 1986 a,b,c). La composante principale en est l'arbuste *Buxus Hildebrandtii* qui n'est pas apprécié, et des arbres qui peuvent atteindre 8 m de hauteur, dont *Olea cf. somaliensis* ou "wazar", *Acokanthera Schimperii* (aux fruits toxiques présentant un risque certain s'ils sont consommés), *Rhus retinorrhoea* ou "simsey", qui est apprécié volontiers par les caprins et les ovins, *Boscia minimifolia*, très recherché par tous les animaux, quelques *Juniperus procera* au-dessus de 1650 m, quelques rares acacias, quelques *Dracaena schizantha*, dont les feuilles en saison sèche sont arrachées à la main et distribuées aux animaux. Ce sont surtout les ligneux qui fournissent le fourrage car l'herbe est extrêmement rare (ROUSVOAL, 1986).

Le "damas", *Conocarpus lancifolius*, est un grand arbre dont le feuillage peut être coupé et donné comme fourrage aux animaux. Pour le reproduire, on sème 5 à 8 graines par sachet, puis on pratique un démarriage après la germination: on fait la transplantation une dizaine de mois après le semis; on introduit les jeunes plants dans le lit des oued, après avoir rabattu environ un tiers du feuillage. Chaque plant doit être soigneusement protégé par des branchages d'épineux si, comme c'est l'usage, le terrain n'est pas mis en défens; lorsque le plant grandit, on coupe les branches superflues pour essayer de former un tronc.

Le *Mimusops Angel* donne un fruit qui est fort apprécié des moutons et des chèvres: c'est probablement parce qu'il est très apprécié qu'on ne trouve que très peu de jeunes semis.

Toujours en Somalie, mais dans la région de Qardho, on trouve une forêt claire (ROUSVOAL, l.c.); elle est formée en général d'*Acacia Bussei*, mais en certains endroits, c'est *Acacia tortilis* qui est l'essence principale; dans ce dernier type de végétation, les habitants ont coutume d'installer des clôtures en branchages morts pour constituer des sortes de parcs qu'ils utilisent souvent comme réserves fourragères, en rotation; on y trouve malheureusement énormément de refus envahissants car ici l'herbe pousse, peut-être favorisée par les acacias, et l'excellent *Cynodon Dactylon* est commun, avec quelques touffes d'*Andropogon Kelléri*, aussi ces parcs sont-ils surpâturés. Probablement l'introduction de *Cenchrus ciliaris* pourrait s'y faire, mais il serait sans doute plus facile d'y introduire des *Opuntia*, si possible suivant les courbes de niveau, et si l'humidité de l'air permet.

En plus d'*Acacia Bussei* et d'*A. tortilis* qui sont tous les deux très appréciés, en particulier par les chèvres lorsqu'ils sont de petite taille, et par les dromadaires lorsqu'ils sont plus hauts, d'autres ligneux fournissant du fourrage existent sur place ou à proximité dans des conditions comparables et pourraient être développés:

- parmi les acacias: *A. etbaïca*, *A. Edgeworthii*, *A. mellifera*, *A. horrida* subsp. *benadirensis*, *A. reficiens* subsp. *miseria*, *A. nubica*, *A. leucospira*; mais *A. Ankokib* n'est pas consommé;
- parmi les Capparacées: *Boscia minifolia*, *Cadaba glandulosa*, *C. mirabilis*, *C. heterotricha*, *Capparis cartilaginea*, *Maerua sessiliflora*, *M. Thompsonii*;
- autres: *Conocarpus lancifolius*, *Dracaena schizantha*, *Mimusops Angel*, *Olea cf. somaliensis*, *Rhus retinorrhæa*.

Peut-être les prosopis et en particulier *Prosopis juliflora* pourraient-ils être avantageusement introduits: certes le risque qu'ils deviennent envahissants existe, mais il semble que ce risque soit réduit étant donné la très forte pression des animaux sur les pâturages.

Enfin dans des bas-fonds salés on trouve *Atriplex*, *Limonium*, *Salsola*, *Suaeda*, et *Tamarix nilotica*.

Quelque soit l'importance des vers, des termites et des petits animaux, le bétail reste le plus important consommateur apparent des ressources naturelles visibles dans les savanes; ainsi, en Inde on a estimé qu'environ un million d'hectares dans les zones arides et semi-arides sont utilisés par 7,4 millions de bovins, 5,6 millions d'ovins, 3,38 millions de caprins et 0,5 million d'autres animaux, alors que la capacité de charge serait d'une vache pour 2,4 à 4 ha, et de 2,5 ovin par hectare.

De quelques systèmes agroforestiers portugais

Certains systèmes agroforestiers du Portugal ont été décrits par SAMPAIO FERREIRA MONTES (1951) qui associent la production fruitière et la production fourragère par les mêmes arbres. Dans la vallée de Camba, dans la Várzea, le paysage agroforestier est très particulier: les champs sont séparés les uns des autres par des alignements de vigne haute ou "letadas", rectilignes dans les parties plates, et en courbes de niveau lorsque le sol est un peu en pente. Dans ces "letadas", les pieds de vigne sont souvent si proches les uns des autres, qu'on ne laisse se développer qu'une branche par cep, qui montera d'abord verticalement sur 2,5 ou 3 m, puis qu'on pliera à 90° pour qu'elle devienne horizontale et forme le toit d'une tonnelle. Où la pente est forte, des terrasses ont été établies et des vignes les occupent, mais avec taille basse, bien que montées sur piquets: ce sont les "bardos". Au-dessus, on trouve des bois de pin avec un sous-étage d'ajonc. Les "letadas"

sont connues depuis la plus haute antiquité: on les trouve représentées sur des sculptures de Ninive et sur des fresques égyptiennes du Nouvel Empire (ROY *et al.*, 1900); les Romains, qui leur donnaient le nom de "rumpotinum", ont aidé au développement de ces treilles qu'ils avaient vues en Gaule où elles étaient communes (GRIMAL, 1943); HOMÈRE les mentionne déjà dans l'"Odyssée" et le poète portugais CATAO (233 - 149 av. J.C.) les a chantées, puis VIRGILE dans les "Géorgiques".

La vigne haute ne se trouve pas seulement dans le nord-ouest du Portugal; dans le district du Douro, elle est dominante et les troncs sont très gros, mais pas dans celui de Bragança. On la trouve dominante aussi dans la région de Naples, en Italie, et dans quelques secteurs de Crimée et du Caucase; elle existe aussi en France, surtout dans les Alpes, la Vallée du Rhône et l'Aunis, dans le nord de l'Italie, en Béotie, en Tunisie et au Maroc. Dans tous les cas, il semble que la vigne haute date de l'époque romaine. Au Portugal, la vigne est encore supportée par des poteaux et des lattes de bois arrangées de façons variées. Mais on constate une tendance à remplacer ces structures par du ciment et du fil de fer. Il est remarquable que dans toute l'aire de la vigne haute, les rameaux provenant de la taille ont toujours servi d'aliment pour le bétail: les feuilles de ce ligneux servent de réserve fourragère, notamment pour la saison sèche car la vigne résiste bien à la sécheresse.

La répartition dans l'espace d'une vallée des modes de conduite de la vigne décrits plus haut à l'échelon de la région crée des paysages agroforestiers bien différenciés. Au sud de Porto et jusqu'à Aveiro, dans la Province du Littoral, ce sont les "bardos" qui dominent dans les espaces plats, c'est-à-dire les vignobles bas sur piquets, en alternance le plus souvent avec des cultures irriguées. Les espaces ainsi plantés sont séparés des rivières où est pompée l'eau d'irrigation par des forêts ripariennes à base de chênes, très minces mais qui retiennent

bien les berges. Au-dessus de ces espaces, les terres sont légèrement en pente et on trouve encore, mais sur terrasses ou sur simples bourrelets anti-érosifs, des "bardos". Dans le Douro, au nord et à l'est de Porto, et surtout dans le Minho, près de la frontière septentrionale avec l'Espagne, où les sols sont en pente assez forte et situés entre 600 m et 1250 m d'altitude, la vigne est souvent cultivée en "uveiras": on la laisse grimper dans des arbustes fruitiers nettement plus hauts que seraient des "bardos", ou dans des arbres fruitiers, où ses tiges s'agrippent au tronc et se collent aux branches, montant jusqu'à 8 ou 10 m de haut quelquefois lorsque la taille de formation du support n'a pas été bien faite, ce qui oblige alors à une récolte quelque peu acrobatique: en altitude, la taille de formation doit toujours être plus rigoureuse qu'en plaine, ... notamment parce qu'il est plus dangereux de tomber sur une pente que sur un terrain plat ! Par ailleurs, il faut émonder très fortement les branches nouvellement formées de l'arbre support pour réduire l'ombre sur la vigne: on ne laisse à l'arbre support, souvent un prunier ou un cerisier, que juste assez de branches pour survivre; certains paysans, en zone de montagne, alternent chaque année émondage et élagage de l'arbre support, espérant ainsi

une année sur deux une récolte de raisins et l'autre année une récolte de fruits des supports. Les rameaux coupés de l'arbre support sont, comme ceux de la vigne, affouragés au bétail. Entre les arbres supports, on cultive. Généralement, surtout en altitude, les ligneux fruitiers servant de support à la vigne sont épars, mais il arrive quelquefois, en plaine notamment, qu'ils soient disposés en lignes parallèles souvent alignées dans la direction nord-sud; quelquefois ces lignes sont trop proches les unes des autres, ce qui crée un ombrage trop fort. Il n'est pas rare de trouver de telles "uveiras" servant de limites à des champs cultivés (mais les "letadas" sont encore plus souvent utilisés à ces fins) ou bordant des chemins.

Ces systèmes à base de vigne sont bien des systèmes agroforestiers: ils répondent à la définition de l'agroforesterie et associent un ligneux, la vigne, plantée pour ses fruits, dont les feuilles sont utilisées comme fourrage et, accessoirement, le bois comme source d'énergie,

- ♦ soit à des cultures irriguées,
- ♦ soit à des pâturages et à des arbres fruitiers,
- ♦ soit à d'autres ligneux fruitiers, eux-mêmes à usages multiples.

Dans d'autres régions plus méridionales du Portugal, on trouve un autre système, agrisylvipastoral, qui s'appelle le "montado", et qui correspond au système espagnol de la "dehesa". Ainsi, dans la Serra do Algarve, l'une des zones les plus défavorisées du sud du Portugal, LONG (1984) a trouvé les interrelations du tableau 38 entre les éléments composant le système.

Production

Une liste de 50 espèces de brout sahéliennes est donnée par LE HOUËROU (1980 a) qui rappelle que leur productivité peut être élevée. Dans les forêts ripariennes d'*Acacia xanthophloea* d'Afrique de l'Est on signale 5t.M.S. ha⁻¹.an⁻¹ (PELLEW, 1982). En Afrique de l'Ouest, on a à peu près 2 kgM.V.ha⁻¹.an⁻¹ ou 1 kg M.S.ha⁻¹.an⁻¹.mm⁻¹ de pluviosité moyenne dans les zones arides, semi-arides et subhumides (LE HOUËROU *et al.*, 1977; LE HOUËROU, 1979); environ 1/3 de cette biomasse est accessible au bétail et 2/3 à 4/5 à la girafe. Le potentiel agroforestier de ces espèces est théoriquement grand mais on ne connaît encore et on n'utilise que quelques-unes d'entre elles. La variabilité de la production est plus grande que celle de la pluviosité. Le logarithme de la production

Agri-sylvi-pastoralisme à usage multiples		
Agriculture	Sylviculture	Pastoralisme
Systèmes vivriers diversifiés Systèmes fourragers diversifiés Systèmes à haute productivité - vergers secs ou arrosés - cultures irriguées - maraîchage - cultures spéciales etc. Systèmes de culture céréalière occasionnelle	Chêne liège et pin pignon Chêne liège seul Chêne vert en peuplement dispersé et chêne vert en taillis (bois de chauffage) Arbousier Caroubier Févier d'Amérique Essences à croissance rapide (piquets de clôture, ...)	Récupération des jachères post-culturelles avec ou sans arbres Processus d'implantation de Légumineuses annuelles (trèfle souterrain) et de Graminacées pérennes (dactyle, fétuque élevée)
Autres ressources liées		
Végétales	Animales	
Plantes aromatiques médicinales mellifères condimentaires, etc.	Valorisation des potentialités des races locales domestiques (ovins, bovins, caprins, etc.) Développement du potentiel cynégétique	

Tableau 38 - Interrelations entre les éléments des systèmes qui constituent le "montado" au Portugal.

Source : HETIER *et al.*, 1985

fouragère moyenne annuelle du parcours est une fonction linéaire du log de la pluviosité moyenne annuelle. Dans le bassin méditerranéen, "en gros, on peut considérer que chaque millimètre de pluie... produit 4 kg de phytomasse aérienne, ou 2 kg de matière sèche consommable, ou 0,66 U.F.; dans les zones sahélienne et soudanienne d'Afrique, ces chiffres tombent respectivement à 2,5 kg, 1 kg et 0,40 U.F. On peut aussi accepter comme grossièrement valable la vieille règle empirique affirmant qu'au Sahel, dans l'intervalle entre 100 et 1500 mm de précipitations, un bovin a besoin pour se nourrir d'autant d'hectares qu'il y a de mois dans la saison sèche (en appelant mois sec celui qui reçoit moins de 50 mm par mois)".

La production herbacée et ligneuse des terres à pâturage dépend de la pluviosité, du type de sol et de la disponibilité en éléments nutritifs. Les ligneux peuvent être en concurrence pour l'eau et leur suppression peut augmenter l'herbe disponible (DYE *et al.*, 1982). Cependant les ligneux concentrent des éléments nutritifs dans le sol par suite de la décomposition de la litière (HATTON *et al.*, 1984), ce qui augmente la fertilité.

Facteurs affectant la production

En Afrique du Sud, WALKER (1980) a rassemblé les données ci-après d'autres auteurs, qui concernent la production. Dans le veld buissonnant des vallées, on a étudié un type de végétation à *Portulacaria afra*, un buisson succulent qui représentait jusqu'à 74% de la biomasse. La biomasse utilisable comme brout était de 2000 kg.ha⁻¹, soit seulement 4% du total en raison de la nature très dense et épaisse de la végétation. La croissance est lente et *P. afra*, après avoir subi une défoliation de 50%, a besoin de 275 jours pour retrouver sa biomasse initiale.

Dans une savane arborée aride à *Colophospermum Mopane* du sud-est du

Zimbabwe, sous une pluviosité d'environ 500 mm.an⁻¹, KELLY *et al.* (1976) ont étudié la production sous quatre intensités d'utilisation:

- nulle (couloir de contrôle de la tsé-tsé);
- faible (réserve de gibier);
- modérée (ranch commercial de bovins);
- intense (agriculture de subsistance avec des bovins et des caprins).

La biomasse arborée variait entre 6750 et 28 246 kg.M.V.ha⁻¹ et celle des buissons entre 800 et 3266 kg M.V.ha⁻¹, soit une biomasse ligneuse totale comprise entre 8726 et 30 782 kg M.V.ha⁻¹. La production combinée de feuilles et de rameaux est sensiblement la même que celle de la végétation herbacée. Les variations intersaisonniers de la couche herbacée sont considérables. Les arbustes assurent 51% de la production ligneuse totale. Enfin, la production de fourrage à partir des ligneux est d'autant plus forte que le système d'utilisation est moins intense: on note une production journalière (en g.m⁻².jour⁻¹) de l'ordre de 0,84 avec la première intensité d'utilisation, avec une variation de 1,12 à 0,55 (sur un site particulièrement pauvre, nettement plus pauvre que n'importe lequel des autres sites étudiés); de 0,81 avec la seconde, et de 0,88 avec la troisième, mais de 0,64 avec la dernière.

MARTIN (1974), dans la savane à *Colophospermum Mopane* normale, forêt claire sèche de "miombo", a trouvé une biomasse ligneuse de 67 783 kg. ha⁻¹. Plus de 95% de la biomasse des ligneux était composée de bois et 2528 kg.ha⁻¹ étaient composés de végétation de croissance courante (feuilles et rameaux). La biomasse de la croissance ligneuse courante (feuilles et rameaux) s'est élevée à 1150 kg.ha⁻¹, dont la moitié provenant de *Colophospermum Mopane*.

Dans une savane arbustive et arborée mixte dominée par *Burkea africana*, avec de nombreux *Terminalia sericea* et *Ochna pulchra*, dans le Transvaal sep-

trional d'Afrique du Sud, RUTHERFORD (1979) a décrit avec des détails la structure de la végétation. Il a montré que les arbres comprenaient 93,7% de bois, 0,9% de rameaux et 5,4% de feuilles, tandis que les proportions passaient chez les arbustes à 77,4% pour le bois, 5,4% pour les rameaux et 17,5% pour les feuilles. La production combinée des feuilles (1121 kg.ha⁻¹) et des rameaux (236 kg.ha⁻¹) est approximativement égale à celle de la couche herbacée qui est de 1400kg.ha⁻¹.

Au Parc national de Wankie, au Zimbabwe, dans une végétation arbustive où domine *Terminalia sericea* (type de végétation à *Baikiaea plurijuga*), sur sables du Kalahari, RUSHWORTH (1975) a trouvé qu'en dépit d'une biomasse ligneuse aérienne nettement inférieure à celle des deux exemples précédents (5225 kg.ha⁻¹), du fait que les arbres sont absents, la biomasse feuillue a produit 1810 kg.ha⁻¹, c'est relativement plus que dans les autres exemples car, ici, la totalité est accessible aux animaux. La biomasse feuillue maximale des arbustes a été près de deux fois et demi plus élevée que celle de la couche herbacée (700 kg.ha⁻¹ environ).

Dans une forêt claire sèche de "miombo", on a établi que la biomasse de la croissance ligneuse courante (feuilles et rameaux) s'élève à 1150 kg.ha⁻¹, dont la moitié provenant de *Colophospermum Mopane*.

Le long du Fleuve Lutope, près de Sengwa, au Zimbabwe, dans une forêt claire ouverte, la végétation ligneuse est peu accessible aux animaux, ce qui explique le petit nombre d'ongulés non domestiques que constituent les brouteurs. La végétation ligneuse n'assure environ qu'un dixième de la nourriture que fournit la couche herbacée.

Du point de vue de la composition chimique et de la valeur nutritive des espèces ligneuses, quelques grandes conclusions sont faites par WALKER

(1980) pour l'ensemble de l'Afrique australe: il y a de très grandes variations au sein des différents individus d'une même espèce (entre diverses régions), plus grandes quelquefois que celles qui existent entre les différentes espèces d'une même population. La teneur en protéines brutes des feuilles des ligneux est généralement élevée et habituellement plus du double de celle des rameaux. La digestibilité des feuilles est faible dans son ensemble; comme la digestibilité des protéines brutes est très élevée, celles des autres matières est plus basse que ne le donnerait à supposer les valeurs obtenues pour la matière sèche. Ceci signifierait que ces fourrages ligneux sont utiles essentiellement en tant que source d'azote et non en tant que source d'énergie.

En multipliant par 6,25 les valeurs calculées par BATE *et al.* (1981) pour la teneur en azote des espèces de la savane à *Burkea*, on obtient la teneur en protéines brutes des feuilles. Elle varie avec les saisons et est de:

	oct.- déc.	fév.- avr.	juil.- août
<i>Burkea africana</i>	15%	12%	6%
<i>Ocyma pulchra</i>	15%	9%	3%
<i>Terminalia sericea</i>	9%	9%	2%

Pour la forêt claire du "miombo", il existe fort peu de données sur la composition chimique des espèces.

En conclusion, "de manière générale, la teneur en protéines brutes des fourrages ligneux d'Afrique australe est élevée mais seule près de la moitié de la matière sèche est digestible. La teneur en minéraux est élevée, celle en K ou en Ca étant la plus haute, de 1 à 1,5%, suivie de Mg 0,2 à 0,4% environ, et de P 0,1% environ" (WALKER, 1980).

Il existe des différences nettes entre les degrés d'appétabilité des espèces li-

gneuses et la valeur d'utilisation moyenne de 17,2%, qui a été établie à partir de valeurs s'étalant entre 0 et 64%! Ce sont souvent les espèces les moins abondantes qui sont le plus utilisées, ce qui porte à penser qu'à des taux de charge élevés, les brouteurs peuvent modifier la composition des espèces ligneuses dans un sens où ces espèces leur deviennent moins utiles. L'appétabilité d'une même espèce varie d'ailleurs d'un type de végétation à un autre et WALKER (*l.c.*) souligne que "la documentation fourmille de contradictions manifestes quant aux espèces qui sont palatables (et ont donc de la valeur) et celles qui ne le sont pas". Il n'en publie pas moins une liste des espèces ligneuses pour 7 types de végétation d'Afrique australe, avec une évaluation de leur palatabilité, mais en précisant qu'elle n'est qu'indicative et devra être complétée et révisée. Le volume du concert diminue lorsqu'augmente la pression des herbivores, mais la densité des arbrisseaux n'est pas systématiquement affectée, ce qui suggère une forte résilience contre la destruction par les herbivores (KNOOP *et al.*, 1984).

Il faut tenir compte de l'impact des plantes ligneuses sur la couverture herbacée quand on décide de multiplier des plantes de broit. Celle-ci est très influencée par la nature de la couverture: il y a réduction de l'évapotranspiration à l'ombre des arbres, et accroissement de la fertilité du sol autour des ligneux par l'augmentation de matière organique déposée et éventuellement par l'activité de Bactéries ou de mycorrhizes qui agissent favorablement sur la couverture herbacée (GROSSMAN *et al.*, 1980; GRUNOW *et al.*, 1980; IBNATTYA, 1984; OVALLE *et al.*, 1987). Cependant, trop d'ombre et une compétition accrue pour l'eau peuvent avoir des effets négatifs (REYNOLDS, 1989). On a mesuré (AUBREVILLE, 1949) des réductions sous forêt des radiations totales atteignant le sol de 68 à 75% en Centrafrique et de 81 à 85% au Cameroun.

La densité des arbres, arbustes et arbrisseaux a une influence sur la croissance

de la couverture herbacée. Dans les types de végétation tropicale humide où des ligneux et des herbes sont mélangés, la biomasse herbacée est légèrement plus faible sous un couvert arboré que dans une savane ouverte, mais elle est bien plus grande avec un couvert léger. Dans les types de végétation "miombo", la biomasse suit des proportions qui sont de 4 à 5 sous un couvert dense, de 5 à 7 en savane, mais qui atteignent 9 sous un couvert léger. Quelques-unes des mesures récentes de biomasse en fonction du couvert ont été faites en végétation méditerranéenne (GONZALEZ-BERNALDEZ *et al.*, 1969; ALONSO *et al.*, 1979; VACHER, 1984).

Lorsque les herbes sont plus nombreuses, on peut avoir davantage de bétail, et davantage de bétail permet d'accroître la fertilité du sol, ce qui, à son tour, augmente la production des ligneux, comme on l'a montré pour la production d'herbe de Guinée sous des cocotiers en Côte d'Ivoire et ailleurs (KENNARD *et al.*, 1973). L'introduction d'herbe de Guinée peut permettre de doubler le nombre des animaux par rapport à un pâturage naturel, et la production du cocotier peut augmenter de quelques 10 %.

Dans une association végétale, les différents ligneux ne contribuent généralement pas de manière égale à la production fourragère foliaire. En Lybie, LE HOUEROU et ses collaborateurs (1982) ont montré que sur une terre à pâturage, une production de 1365 kg MV.ha⁻¹.an⁻¹ était fournie par 16 plantes indigènes, mais qu'une seule de ces espèces, *Periploca laevigata* produisait 10 % du total. Les mêmes auteurs ont montré par ailleurs que dans les mêmes conditions une plantation d'*Acacia Cyclops* pouvait donner jusqu'à 3243 kg MV.ha⁻¹.an⁻¹. Par ailleurs, la production de fourrage consommable augmente généralement lorsque le ligneux est taillé. C'est ce qu'on constate avec *Balanites aegyptiaca*. RUSSO (1983) a montré qu'une *Erythrina poeppigiana* de 8 ans émondée produisait 6 fois plus de feuil-

lage utilisable comme fourrage ou pour pailler le sol qu'un autre arbre du même âge non taillé. La production foliaire varie avec l'intensité et la fréquence des coupes, comme le montre le tableau 39.

La production est également influencée par la technique de récolte. Suivant qu'on coupe avec une hache, à la main, avec une scie ou avec un couteau, etc., les résultats diffèrent. La hauteur de la coupe est également un facteur important: par exemple, dans un système de cultures en allées, avec *Leucaena latifolia* à la densité de 66 000 plants.ha⁻¹, MENDOZA *et al.* (1976) ont noté 10,7 t.ha⁻¹ avec une coupe à 15 cm au-dessus du sol, 15,8 t.ha⁻¹ à 150 cm, et 23,6 t.ha⁻¹ avec une coupe à 3 mètres.

La date de la première coupe est également importante. Comme le montre le tableau 40, c'est à différentes périodes de l'année que les différentes espèces fourragères donnent le maximum de leur production. Au Sahel, où les pluies sont concentrées sur les mois de juillet, août et septembre, la production maximale d'arbres adultes peut coïncider avec la période de plus grande croissance, qui est octobre pour *Combretum aculeatum*, août pour *Cadaba farinosa*, ou peut ne pas coïncider (*Feretia apodanthera* en septembre). Pour cette dernière espèce, la production la plus importante est obtenue quand la première récolte est faite, en août, avant le maximum de croissance.

Ces traitements ont différentes conséquences sur la croissance ultérieure de la plante. Chez *Cadaba farinosa*, on constate un fort effet négatif sur la croissance dû à la coupe, qui peut se traduire par l'absence pendant un an de toute nouvelle pousse. Dans les expériences de Cisse (1980), l'effet dépressif a varié de 31 à 77 % pour une récolte totale tous les quinze jours, de 22 à 55 % pour une récolte totale tous les 30 jours, et de 33 à 65 % pour une récolte partielle. Avec *Combretum aculeatum*, les individus qui sont coupés tous les 30 jours font de

	<i>Combretum aculeatum</i>	<i>Cadaba farinosa</i>	<i>Feretia apodanthera</i>
Témoin (biomasse maximum)	655	183	334
Coupe totale tous les 15 j.	190	125	280
Coupe totale tous les 30 j.	275	140	444
Coupe partielle tous les 30 j.	335	122	581

Tableau 39 - Production cumulative de feuilles (g.M.S.) pour trois espèces ligneuses, en fonction de la fréquence de coupe.

Source: Cisse, 1980

	<i>Combretum aculeatum</i>	<i>Cadaba farinosa</i>	<i>Feretia apodanthera</i>
Parcelle témoin (biomasse max.)	655	183	334
Première coupe à t ₀ (juillet)	190	125	280
Première coupe à t ₀ + 30 jours	329	198	491
Première coupe à t ₀ + 60 jours	605	100	396
Première coupe à t ₀ + 90 jours	689	63	351
Première coupe à t ₀ + 120 jours	442	32	260
Première coupe à t ₀ + 150 jours	284	-	256

Tableau 40 - Production cumulée moyenne (g.M.S.) par arbre en fonction de la date de la première coupe de trois ligneux de brouet d'âge mûr (coupe tous les 30 jours)

Source: Cisse, 1980

jeunes pousses, mais la production est réduite de 60 %.

Près de Samarkhand (Ouzbekistan), sur des parcours recevant de 108 à 334 mm de précipitations, à *Salsola rigida*, *S. subaphylla* et *Kochia prostrata* produisant respectivement 6, 10 et 3 kg.ha⁻¹ en bandes labourées de 12m de large alternant avec des bandes non travaillées de 12 ou 24m. SHAMSUTDINOV *et al.* (1968) ont trouvé que la M.S. varie par an de 700 à 2870, de 1140 à 2300, et de 760 à 1320 kg.ha⁻¹.an⁻¹ comparée avec 160 à 580 kg.ha⁻¹ pour des pâturages naturels au printemps et 80 à 290 kg.ha⁻¹ pour ces mêmes pâturages en automne.

Le brûlage influence les qualités fourragères. Chez *Quercus ilicifolia* il accroît les protéines brutes et les minéraux, aussi l'intensité du broutage augmente-t-elle les incendies. En Inde 275 kg.MV par 10m de haie sont obtenus en une seule coupe avec *Desmanthus virgatus*,

plante ligneuse qui a une composition en protéines et en phosphore peu différente de celle de la luzerne. En Inde, on nourrit le bétail avec des gousses d'*Acacia leucophloea* à Madras et avec des feuilles d'*Albizia amara* dans les districts de Salem et de North Arcot. Au Kazakhstan, dans le désert de Betpak-Dala, KIRICHENKO (1966) distingue 4 types de végétation, qui donnent des productions fourragères assez différentes (en kg M.S. ha⁻¹):

- *Salsola rigida*, *Artemisia herba-alba*, *A. uranica* 130 - 670 kgMS. ha⁻¹
- *Salsola arbusculiformis* 360 - 880
- *Anabasis salsa* 230 - 430
- *Atriplex pauciflora* 450 - 610

avec un taux de protéines brutes variant entre 6 et 17% suivant les saisons. Ces résultats confirment ceux que GORDJEVA (1957) avait obtenus pour *Atriplex pauciflora*. PEPROV (1966) a mesuré la productivité de 7 espèces de buissons de la steppe; ils donnent de 0,1 à 0,3 kg

M.V.plante⁻¹ pour *Astragalus vilosissimus*, et jusqu'à 1,2 à 8,3 kg pour *Haloxylon aphyllum*. D'où le choix de cette dernière espèce comme brise-vent en Ouzbékistan, avec aussi le rôle d'accumuler de la neige et pour donner en même temps du fourrage. Une plantation de 5 ans donne 800 à 1000 kg.ha⁻¹ de brouet au lieu des 160 à 200 kg donnés par la steppe à armoise qu'elle remplace (SHAMSUTDINOV *et al.*, 1968).

Il y a aussi des variations écotypiques: on constate de grandes différences entre les individus de certaines espèces, notamment en ce qui concerne le contenu en protéines brutes et la production de matière sèche. Ainsi avec *Leucaena leucocephala* par exemple.

Kochia prostrata d'Ouzbékistan varie par ses aptitudes à produire des semences, à s'adapter, ou à prendre certaines formes. L'armoïse blanche n'a pas les mêmes qualités fourragères en Iran et au Soudan (BAUMER, 1968). *Atriplex nummularia* n'a pas les mêmes qualités suivant sa provenance.

Les pâturages peuvent être envahis par des espèces peu ou pas comestibles. Ainsi a-t-on constaté qu'au Soudan central les pâturages étaient quelquefois envahis par le pommier de Sodome, *Calotropis procera*. Sa présence en grande quantité diminuait considérablement la valeur pastorale des terres, alors que les images prises par satellites indiquaient un tapis végétal constant, soit qu'on analysât l'albedo, soit qu'on tint compte de l'indice végétationnel: il y avait eu modification de la végétation mais pas recul de la couverture végétale, la modification était qualitative et non quantitative: aussi ne pouvait-on parler dans ce cas de désertification. Que la végétation se modifie est chose normale et non pas forcément signe de désertification comme le croient certains. Ainsi les savanes boisées qui se trouvent immédiatement au sud des savanes basses et des pseudo-steppes qu'utilisent les Peuhl dans le nord-ouest du Mali représentent une végétation plus dense et plus

riche que celle située plus au nord; cependant, si un changement pouvait se produire qui entraînerait le remplacement de cette végétation par celle plus septentrionale, les éleveurs en seraient ravis, car, comme l'ont montré PENNING DE VRIES *et al.* (1982), elle est composée d'espèces mieux appréciées par le bétail et plus nourrissantes. D'ailleurs, comme le remarque OLSSON (1985): "La désertification, si ce phénomène existe et s'il peut être défini, est un processus tellement complexe qu'un seul indicateur ne saurait suffire à représenter la multitude d'éléments qui sont en jeu". C'est l'attitude qu'a prise la Réunion *ad hoc* sur la désertification qui s'est tenue à Nairobi en février 1990 sous l'égide de l'UNEP.

En Amérique centrale, on utilise beaucoup le "laurel", *Cordia alliodora*, et le "poro gigante", *Erythrina poeppigiana*, dans les plantations de caféier ou de cacaoyer, le premier surtout pour produire du bois, mais aussi pour enrichir le sol en azote, le second pour améliorer la fertilité, donner de l'ombre et du pailis. Dans d'autres systèmes, sylvi-pastoraux, le "poro gigante" est considéré comme producteur de fourrage, c'est pourquoi nous indiquons sa production. La densité respective de ces espèces dans les caféières de Turrialba (Costa Rica) est de 185 "laurel" et de 555 "poro gigante" par hectare. Dans ces conditions, la biomasse de l'érythrine est évaluée à 12,4 t.ha⁻¹ par ALPIZAR *et al.* (1988) avec deux émondages par an. RUSSO (1983) a trouvé une biomasse de 11,8 t.ha⁻¹ avec deux émondages par an et de 18,5 t.ha⁻¹ avec un seul. Avec trois émondages dans l'année, GLOVER *et al.* (1984) ont trouvé seulement 7,8 t.ha⁻¹. Par ailleurs, RUSSO (*l.c.*) a montré qu'en un an la quantité de matière verte élaguée en plusieurs fois sur *Erythrina poeppigiana* de 8 ans au-dessus d'une caféieraie pouvait atteindre 6 fois la quantité de feuilles tombées au sol naturellement.

Dans beaucoup de pays en voie de développement avec une ou deux saisons sèches par année, le problème de la

"soudure" est aigu: le bétail, et la faune sauvage lorsqu'il en reste, souffrent de la pénurie de fourrage qui marque les saisons sèches. Cependant, une faible partie seulement de la biomasse fourragère produite est effectivement utilisée. Ainsi, dans les Monts Nuba, au Soudan, ce ne sont que 6% environ de la production primaire annuelle qui sont pâturés par le bétail (BUNDERSON *et al.*, 1988) contre plus de 25% dans les autres parties de l'Afrique: ce faible pourcentage a des raisons variées: tantôt, il est dû à l'insuffisance de points d'eau, tantôt à l'état d'insécurité qui sévit depuis plus de 30 ans dans certaines régions. Les Légumineuses sont malheureusement rares mais constituent une bonne source de protéines, puisqu'elles en contiennent généralement entre 10 et 20%. Avant les dernières sécheresses exceptionnelles en Afrique, un homme réussissait sans mal à récolter en une journée 14 bottes lâches de 10 kg d'herbe séchée. Particulièrement dans les années très pluvieuses, il y a un excédent important d'herbe pendant la saison des pluies, et nous avons fait au Soudan des essais couronnés de succès pour récolter ce fourrage et pour en faire du foin ou même de l'ensilage. En saison sèche, les bovins préfèrent les résidus de céréales à la végétation naturelle, bien que ces résidus soient peu riches en protéines. La meilleure méthode pour améliorer un peu l'alimentation du cheptel consiste donc à augmenter les Légumineuses ligneuses par plantations et surtout par protection des jeunes semis et des jeunes plants, soit pour la consommation directe par les animaux, soit pour en faire du foin de Légumineuses. La plus grande difficulté rencontrée dans l'exécution d'un tel programme est la main-d'oeuvre, qui est entièrement absorbée par les travaux agricoles à l'époque convenable; puis la protection des jeunes plants.

En Iraq, les plantes pérennes des terres à pâturage contiennent de 3,1% (tiges de *Teucrium Polium*) à 22,50% (feuilles d'armoïse blanche) de protéines brutes, mais les plantes annuelles en ont davan-

Espèces	1ère coupe	2ème coupe	Total
<i>Flemingia congesta</i>	68	61	129
<i>Albizia chinensis</i>	18	24	42
<i>Calliandra calothyrsus</i>	49	44	93
<i>Senna Siamea</i>	38	44	82
<i>Gliricidia Sepium</i>	petit	18	18

Tableau 41 - Quantité (kg) d'émondes fraîches obtenues sur des haies de 10 m de long à 1 m de hauteur.

Source: RAKOTOMANANA, 1988

tage, entre 7,98% dans les tiges d'*Aaronsohnia Factorovski* et 27,36% dans les feuilles d'*Isatis* sp.. Les fibres brutes, les cendres et le sodium sont plus élevés chez les annuelles que chez les plantes

pérennes, qui par contre ont des taux de potassium et de calcium plus élevés. On n'a pas noté de différences significatives entre annuelles et pérennes ni pour les graisses ni pour le magnésium.

Saisonnalité des régimes alimentaires des animaux dans les Montagnes Rocheuses

Il devient de plus en plus populaire d'utiliser le bétail pour lutter contre les mauvaises herbes dans les plantations. Cette utilisation implique qu'on connaisse bien les habitudes d'affouragement du bétail. Quand la saison avance, les moutons broutent davantage; cependant, c'est au printemps qu'ils préfèrent le douglas, *Pseudotsuga Douglasii*, juste après le débouillage, puis ils n'y touchent presque plus. Le Douglas n'est jamais la nourriture préférée (1 à 3% seulement du régime). Les moutons ont le temps et la capacité d'être hautement sélectifs et de pouvoir bien tirer parti de régimes riches en cellulose (graminoides). Ils peuvent servir efficacement au contrôle biologique des buissons indésirables en été, où ceux-ci sont désirables tandis que le douglas ne l'est plus. L'indice de préférence relative (I.P.R.) est le rapport du pourcentage de poids sec dans les régimes alimentaires au pourcentage de P.S. dans les plantations (VAN DYKE *et al.*, 1965). Lorsqu'il est supérieur à un, il y a préférence. S'il est inférieur à un, c'est que l'animal évite de consommer la plante. On a trouvé ainsi les chiffres suivants:

	1981 (en %)	1982 (en %)
graminoides	42	60
forbes	36	26
fougères	3	1
brout	18	11
douglas	1	2

Parmi les indésirables dans les plantations de douglas, on trouve l'aune rouge *Alnus rubra*, le "salmonberry" *Rubus spectabilis*, et l'érable liane *Acer circinatum*. Ce sont justement des espèces appréciées du mouton en été et en fin d'été, mais le mouton n'en mange pas assez car ces plantes poussent extrêmement rapidement et leur contrôle n'est pas encore obtenu.

(LEISINGER *et al.*, 1987)

Biomasse

La production de matière verte varie beaucoup avec les espèces. Ainsi, dans une série d'essais pratiqués à Beforona, dans la zone de forêt sempervirente de Madagascar qui marque le rebord oriental du plateau central, RAKOTOMANANA (1988) indique des quantités d'émondes fraîches obtenues sur des haies de 10 m de long, à 1 m de hauteur que résume le tableau 41. Mais l'âge des différentes haies n'est pas précisé.

La production de biomasse verte par *Gliricidia Sepium* est importante quand les conditions écologiques lui conviennent. BELJARD (1983) rapporte que des plants de 5 ans plantés en ligne au Costa Rica à une distance de 1,5 m les uns des autres ont une hauteur moyenne de 2 m à 2,5 m et donnent 4,4 t M.S.km⁻¹ d'alimentation lorsqu'on les coupe à un intervalle de 6 mois.

La biomasse peut varier considérablement suivant les années; par exemple, au ranch de Doli, de la SODESP, on avait 2 600 kg M.S.ha⁻¹ en 1981, mais seulement 1 300 kg M.S.ha⁻¹ en 1982; cette dernière année, la charge moyenne était de 35 kg de poids vif par hectare; la biomasse disparue représentait 600 kg M.S.ha⁻¹, la biomasse ingérée 250 kg M.S.ha⁻¹ (GUERIN *et al.*, 1986 a). En 1981, les Graminées dominaient, mais en 1982, les espèces suivantes avaient presque disparu: *Aristida mutabilis*, *Eragrostis Tremula*, *Schoenefeldia gracilis*, tandis que les herbes suivantes étaient en nette augmentation: *Blepharis linariifolia*, *Borreria stachydea*, et *Zornia glochidiata*; les *Guiera senegalensis* étaient au nombre de 500.ha⁻¹ et couvraient environ 4 % de la surface.

A Acosta et à Pluriscal, au Costa-Rica, BEER (1987) a étudié la production de fourrage en saison sèche par des piquets de *Gliricidia Sepium*, installés sous forme de grosses boutures dans le sol. Au lieu d'émonder les arbres en mars chaque année ou tous les deux ans, comme on fait d'habitude, l'opération a

été faite d'abord en octobre / novembre, puis en mars. La première coupe, à la fin de la saison des pluies, a amené les arbustes à produire des pousses succulentes qu'on a récoltées à la fin de la saison sèche. Le traitement a empêché la défoliation de saison sèche, mais la production totale de fourrage, tant sur les individus émondés que sur les témoins, a été bien inférieure à ce qu'on espérait, en raison d'attaques de nématodes et de champignons et de pourriture de la racine plus graves que les années précédentes. Aussi a-t-on des doutes sur l'aptitude de l'espèce à supporter des émondages fréquents (BELJARD, 1984). En ces mêmes lieux, les paysans ont accepté volontiers l'idée de planter des parcelles de 25 x 25 m avec des boutures fortes de *G. Sepium*, d'*Erythrina poeppigiana*, d'*E. berteriana*, et de *Spondias purpurea* à un espacement de 3 x 1 m dans des parcelles originellement semées de l'hybride *Pennisetum purpureum* x *P. typhoides* ("King grass"), en vue de la production de réserves fourragères de saison sèche, et ceci en dépit de la rareté des terres disponibles et du surcroît de travail que cela entraînait. L'obstacle au développement de cette pratique est la difficulté à trouver des boutures assez nombreuses et de dimensions suffisantes. Par ailleurs, on a implanté sur des pâturages dégradés des végétaux ligneux susceptibles de fournir non seulement du fourrage, mais en même temps du bois de feu, du bois d'oeuvre ou du bois de service. Les résultats les plus encourageants ont été obtenus avec *Racosperma Mangium*, une source de fourrage en cas de pénurie, mais qui donne du bon bois d'oeuvre et qui est très résistant à la sécheresse: on a obtenu des individus de 1,3 à 1,9 m de hauteur à l'âge de 20 mois (GLOVER *et al.*, 1985). Sur ces sols pauvres, *Gliricidia Sepium* et *Calliandra calothyrsus* ont mal repris et mal poussé et ne peuvent être recommandés, non plus en raison du coût élevé qu'implique leur protection pendant plusieurs années.

La technique de production de fourrage de saison sèche la plus prometteuse s'est

avérée l'émonde de ligneux fourragers plantés sur des lignes de clôture ou en petites parcelles fourragères. On peut certainement la recommander dans certains cas, comme dans la conduite de chèvres à l'étable. Par contre, la plantation de ligneux sur les pâturages n'est pas encore au point et on en connaît mal l'économie.

D'autre part, la période où l'on émonde a beaucoup d'importance. L'émondage des arbres pour la production de fourrage est une pratique très ancienne, que rapportent déjà les auteurs grecs et latins. En émondant en novembre en Amérique centrale divers arbres fourragers, comme *Gliricidia Sepium*, *Spondias purpurea* et diverses érythrinae, on a trouvé (BEER, 1987) que la production fourragère était bien plus élevée (3 fois plus) qu'avec l'émondage traditionnel en mars. Ceci est dû à une induction forte de la croissance des rameaux. Par ailleurs, la chute des feuilles pendant la saison sèche est réduite ou arrêtée.

Dans une série d'expériences installées au CATIE à partir de 1977, on a étudié notamment la production fourragère de quelques espèces ligneuses parmi les plus souvent employées au Costa Rica et en Amérique centrale en général. Des parcelles de pâturage herbacé de 18 x 18 m avec répétitions furent plantées de *Cordia alliodora* à 2,6 x 2,6 m (1512 arbres.ha⁻¹) ou d'*Erythrina poeppigiana* à 6 x 6 m (278 arbres.ha⁻¹). Les parcelles de *Cordia* furent éclaircies à 494 arbres.ha⁻¹ en décembre 1980, et à 463 arbres.ha⁻¹ en juillet 1982. Les parcelles d'érythrinae furent émondées deux fois par an à partir de 1978. Sauf les branches primaires, le matériel émondé fut laissé sur les parcelles. La biomasse de *C. alliodora* atteignit 45 t.ha⁻¹, dont 70% constitués par les troncs. La biomasse de l'érythrine atteignit seulement 13 t.ha⁻¹, mais près de la moitié constituée par des branches et des feuilles. La répartition des réserves est indiquée dans le tableau 42C.

La production de *Cynodon plectostachyus* a été plus élevée sous l'érythrine mais moins élevée sous *Cordia alliodora*. Ceci est dû en partie à la densité plus élevée de ce dernier par rapport à l'érythrine, et aux émondages de l'érythrine, qui ont diminué l'ombrage et amélioré la circulation dans le système des éléments nutritifs, en particulier de l'azote, que ce genre semble bien fixer. Enfin, on a émis l'hypothèse que l'émondage réduirait le développement des racines, ce qui réduirait la compétition des érythrinae avec le pâturage de Graminées. Le tableau 42A indique la production fourragère pendant 5 années.

La baisse de production du pâturage diminue au cours des ans car l'apport d'engrais ne compense pas l'important enlèvement d'éléments nutritifs lors de la coupe et l'enlèvement du fourrage (tableau 42B).

Seuls les fourrages produits sous érythrine (1,81%) et sous *Cordia alliodora* (1,51%) avaient assez d'azote pour satisfaire les besoins nutritionnels de bovins. Le pâturage à découvert était déficient (0,95%).

L'origine des boutures a une grande influence sur la reprise et sur la production fourragère. Dans des essais de reprise de boutures de 2 m d'*Erythrina berteriana* faites à Pluriscal, au Costa Rica, et que rapporte BEER (1987), la mortalité a été de 85% avec des branches âgées récoltées localement et de 3% seulement avec de jeunes branches apportées de Turrialba. Mais est-ce la provenance ou l'âge des boutures qui sont responsables de la différence ? Si l'on veut comparer utilement la capacité de reprise de boutures de différentes espèces, il faudrait pouvoir prendre en compte: la provenance, l'âge de l'arbre-mère, l'âge des boutures, l'origine basale ou apicale des boutures, le diamètre, la longueur, la date de prélèvement, le mode de préparation des extrémités (Coupées avec quel instrument ? Coupe oblique ou perpendiculaire ? Corce intacte ou non ?), les méthodes de collecte et de manipu-

	(a)	(b)	(c)	(a)		(b)		(c)	
				TF	P	TF	P	TF	P
1979	9,2	10,0	8,0						
1980	28,7	27,9	18,5						
1981	13,9	18,8	9,2						
1982	15,9	16,2	11,1						
1983	6,3	10,1	5,1						
Total	73,9	83,0	51,9						
N				139	643	69	1 320	84	732
P				136	156	68	161	68	145
K				98	691	49	729	62	619
Ca				7	359	7	452	7	249
Mg				5	81	5	95	5	75

Tableau 42 A

Tableau 42 B

	Feuilles	Branches	Tiges	Total partiel	Litière	Racines	Sol (à 45 cm) en 1977	Association
(c) <i>Cordia alliodora</i>								
M.S	5,68	7,90	31,31	44,89	2,33	3,56	252	303
N	158,40	71,90	125,20	355,50	39,80	40,60	10 711	11 147
P	13,60	15,00	15,60	44,20	3,30	4,30	3 136	3 188
K	129,40	93,20	144,00	366,60	7,20	20,60	1 312	1 706
Ca	97,60	36,30	169,00	302,90	59,50	37,40	3 702	4 102
Mg	44,60	20,50	53,20	118,30	13,20	11,40	834	977
(b) <i>Erythrina poeppigiana</i>								
M.S	2,35	3,87	6,75	12,97	1,86	0,97	247	263
N	83,60	47,90	41,90	173,30	41,50	13,10	10 708	10 936
P	6,90	5,80	4,70	16,60	2,80	1,10	2 536	2 557
K	34,20	53,30	38,50	126,00	6,50	11,50	1 186	1 330
Ca	35,80	37,90	52,00	125,70	30,10	10,50	3 318	3 484
Mg	11,30	13,50	12,10	36,90	3,90	2,40	758	801

Tableau 42 C

Tableaux 42 - Production sur la période 1979 - 1982, dans des associations de *Cynodon plectostachyus* sans ligneux (a), avec (b) *Erythrina poeppigiana* ou (c) *Cordia alliodora*.

42 A - Production (kg M.S.ha⁻¹) de pâturage

42 B - Prélèvements en kg.ha⁻¹ d'éléments nutritifs par la fauche (on a indiqué la fertilisation totale, TF)

42 C - Réserves organiques (t.ha⁻¹) et inorganiques (kg.ha⁻¹)

Source: ALPIZAR, 1987

lation (Blessures pendant le transport ? Boutures en attente placées horizontalement ou verticalement ? Et même d'après les Indiens d'Amérique centrale (JOLIN, comm. verb.) la phase de la lune, et, à proximité de la mer, l'état de la marée), la durée du transport, la profondeur de mise en terre, etc. Par ailleurs, il faut attendre assez longtemps pour juger définitivement de la reprise: il arrive que des boutures placées en terre fassent des bourgeons et même émettent des pousses et forment des feuilles, pour

finalement mourir plusieurs mois plus tard: c'est souvent ce qui se passe lorsque les réserves de sève ont été utilisées, mais sans que des racines se soient formées. Au Mexique, dans la région de Vera Cruz, il est commun de voir de grosses boutures de *Bursera Simaruba* utilisées de cette façon pour construire des clôtures en piquets (TORQUEBLAU, comm. verb.).

La productivité de boutures de *Gliricidia Sepium* formant une haie a été me-

surée au Costa Rica (BEER, 1987). La production de fourrage est 2 fois plus élevée à l'émondage de novembre qu'à celui de mars suivant. La production de bois est aussi beaucoup plus élevée. Comme beaucoup des espèces utilisées pour de telles boutures sont à feuilles caduques, la réalisation de leurs potentialités dépend beaucoup de la mise au point de méthodes d'émondage qui amènent les ligneux à avoir des branches immatures physiologiquement au moment de la chute normale des feuilles, de

la floraison et de la fruitaison (CAREW, 1983). A Turrialba (Costa Rica), l'émondage en novembre, deux mois avant la saison sèche, de piquets d'*Erythrina berteriana* de un an, a provoqué un accroissement de 300% des réserves fourragères de saison sèche (mars) par rapport à des piquets qui n'avaient pas été émondés auparavant (BEER, l.c.). La production de matériel ligneux était la même dans les deux cas. Le tableau 43 détaille ces résultats, que d'autres, antérieurs, contredisent toutefois.

Le *Leucaena leucocephala* est souvent utilisé pour constituer les haies de cultures en couloirs. Il donne de la matière verte qui peut être utilisée comme fourrage. A Mtwapa, sur la côte kényanne au N. de Mombasa, JAMA (1988) a montré qu'en le coupant à 50 cm au-dessus du sol, on obtenait des résultats qui dépendaient beaucoup des écartements. Dès la première coupe, à 0.5 m de hauteur, la production est bien plus grande (9,8 t M.V. ha⁻¹) avec des rangées espacées de 2 m qu'avec des rangées plus

espacées. Avec une deuxième coupe 30 jours plus tard, une troisième coupe 35 jours après la seconde et une quatrième coupe 100 jours après la troisième, les résultats se confirment, donnant un total de 30 t M.V. ha⁻¹ avec un espacement de rangées de 2 m, et seulement 17,8 t avec 4 m et 11,5 t avec 8 m. De la même manière, l'espacement sur les rangs influe sur la production en fonction de l'espacement entre les rangs; par exemple avec un espacement entre les rangs de 2 m on a une production maximale d'azote avec un espacement sur les rangs de 0,5 m; on obtient 283 kg N. ha⁻¹. Mais la courbe de production baisse lorsque l'espacement sur les rangs s'agrandit jusque vers 1,5 m pour remonter ensuite à 178 kg N. ha⁻¹ pour un espacement sur les rangs de plus de 3 m.

En zone sahélienne au ranch de Niong (Mali), on a analysé des échantillons de feuilles et de gousses provenant des 22 espèces ligneuses les plus appréciées (DIAGAYETE *et al.*, 1986). On a constaté

une insuffisance générale en Cu, Na, P et Zn pour couvrir les besoins d'entretien des bovins: les végétaux ligneux ne sont donc pas insuffisants et pas supérieurs sous cet angle aux Graminées et aux Légumineuses herbacées, et des compléments alimentaires sont nécessaires. Cependant, les feuilles des ligneux couvrent les besoins en Cu et en Zn des ovins et des caprins, mais pas ceux en Na et en P. Même le *Faidherbia albida* peut avoir des gousses mûres qui n'apportent que 4,5g Ca.kgM.S.⁻¹ ! Mais ses feuilles ont jusqu'à 29 g de Ca. Le *Combretum aculeatum* a le plus faible contenu en Ca avec 3,8 g.kgM.S.⁻¹. Le plus faible contenu en phosphore a été trouvé chez *Balanites aegyptiaca* (0,7g) et chez *Boscia angustifolia*. Le plus faible en magnésium chez *Acacia nilotica* et chez *Faidherbia albida*. Le plus faible en potassium chez *A. nilotica* et *Bauhinia rufescens*. Le plus faible en sodium chez ces deux dernières espèces, chez *Piliostigma reticulata* et chez *Boscia senegalensis*. Le plus faible contenu en fer chez *B. senegalensis* et *Bauhinia rufescens*. *Balanites aegyptiaca* avait aussi le plus fort contenu en cuivre, avec *P. reticulata*, et le plus faible contenu en zinc. Le plus faible contenu en manganèse était chez *Acacia nilotica*.

Au Sénégal, dans la région du Ferlo, la biomasse herbacée au point de surveillance continue PK 7 du FAPIS sur l'axe Lagbar-Tessékéré a diminué de 1/3 en septembre 1986 par rapport à septembre 1985; elle ne représentait plus que 2,9 t.M.S.ha⁻¹ dont seulement 1/3 était érigé, le reste était brisé à terre. Les parties de ligneux accessibles aux ruminants domestiques ont été comptées; on a dénombré 120 ligneux à l'hectare dont 21,6% morts: parmi les vivants, *Boscia senegalensis* représente 65% de la population et *Balanites aegyptiaca* 10%. Les autres espèces sont, par ordre d'importance: *Dalbergia melanoxylon*, *Sclerocarya Birroea*, *Grewia bicolor*, *Acacia Senegal*, *Commiphora africana*, *Adenium Honghel* (GASTON, 1986). (cf. tableau 44).

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
0,5	6	2,0	50	30	BAGGIO, 1982
3,5	3	1,2	90	50	ESPINOZA, 1984
3,5	5	1,2	50	50	id.
5,0	3	1,5	150	60	BELIARD, 1984
5,0	6	1,5	220	390	id.
5,0	6	2,0	360	330	BAGGIO, 1982
5,0	8	1,5	60	380	BELIARD, 1984
5,0	9	1,5	125	470	id.
5,0	12	1,5	50	600	id.
5,0	24	1,5	40	620	id.
5,0	24	1,5	30	525	PICADO et SALAZAR, 1984

Tableau 43 - Production de piquets d'une clôture faite avec des boutures de *Gliciridia Sepium*.

- (1) âge du piquet (années)
 (2) âge des pousses (mois)
 (3) espace moyen avec les piquets voisins
 (4) fourrage M.S.
 (5) bois (kg. km⁻¹ mois⁻¹)
 (6) références

Source: BEER, 1987

	nombre total	nombre de vivants	nombre de morts	pourcentage vivants	pourcentage individus/total
<i>Acacia Senegal</i>	3	1	2	33	2,5
<i>Adenium aegyptiaca</i>	2	2	0	100	1,7
<i>Balanites aegyptiaca</i>	12	12	0	100	10,0
<i>Boscia senegalensis</i>	78	74	4	94	65,0
<i>Commiphora africana</i>	3	1	2	33	2,5
<i>Dalbergia melanoxylon</i>	9	0	9	0	7,5
<i>Grewia bicolor</i>	5	1	4	20	4,2
<i>Sclerocarya Birroea</i>	6	2	4	33	5,0
non identifiés	2	0	2	0	1,7

Tableau 44 - Survivants parmi les ligneux d'un pâturage sahélien après la sécheresse.

Source: GASTON, 1986

En ce qui concerne la taille des espèces relevées, on a trouvé

	<i>Balanites aegyptiaca</i>	<i>Boscia senegalensis</i>
0-1 m	0	53
1-2 m	1	10
2-3 m	4	9
3-4 m	1	2
4-5 m	4	0
5-6 m	0	0
6-7 m	1	0
7-8 m	1	0

ce qui montre une population jeune de *Boscia senegalensis* et l'absence de régénération chez *Balanites aegyptiaca*.

Les nombreuses études faites dans la région du Ferlo, notamment à Vidou Tiengoly, indiquent que l'équilibre de l'élevage pourrait être réalisé avec 10 ha.U.B.T.⁻¹, un abreuvement journalier et des déplacements réduits. Mais un tel aménagement coûterait environ 82 000 Fr C.F.A. pour l'installation d'une U.B.T., et le Ferlo septentrional (limité par le Lac de Guiers, la vallée du Ferlo, et la route Linguéré-Matam) ne pourrait supporter que 260 000 U.B.T., chiffre très inférieur aux estimations antérieures qui approchaient 400 000 U.B.T. il y a une vingtaine d'années.

Appétabilité

Il n'y a pas un index simple pour établir l'appétabilité des végétaux ligneux ni

d'échelle de mesure. On la détermine subjectivement par observation du comportement animal. Sauf pour les dromadaires, l'appétabilité des ligneux est généralement plus faible que celle des herbes, ce qui explique qu'ils soient moins consommés. La consommation varie et dépend de la densité du brouet, de la saison, des espèces disponibles, de leur aspect et de leur teneur en eau, de leur odeur, du type d'animal, des conditions climatiques, de l'ombre, etc. KAMAU (1986) a souligné que la sélection par les animaux des espèces qu'ils consomment dépendait évidemment aussi de l'ensemble des espèces à leur disposition et de la saison. De juin à novembre 1982, il a trouvé qu'en début et en fin de saison sèche les espèces ligneuses les plus consommées par des chèvres dans des savanes ligneuses du Centre sud du Kenya étaient *Solanum incanum*, *Grewia bicolor*, *Acacia mellifera*, *A. Senegal* et *Commiphora africana*. En août et en septembre, les gousses d'*Acacia Senegal* sont une riche source de protéines brutes.

En 1981 et 1982, on a noté soigneusement dans la région de Ngisonyoka Turkana au Kenya septentrional comment les différents types d'animaux: caprins, ovins, bovins, asins et dromadaires, et comment l'ensemble du troupeau se nourrissaient à partir des classes suivantes d'aliments: Graminées, forbes, arbrisseaux, brouet de plantes de grandes dimensions, semences et gousses avec

leurs graines (COPPOCK *et al.*, 1986). Les variations sont importantes suivant les saisons. Les dromadaires sont des broueteurs, qui pendant toute l'année consomment entre 50% et 90% d'arbrisseaux et jusqu'à près de 50% d'arbres et d'arbrustes, les Graminées n'intervenant jamais pour plus de 10% dans leur régime. Les bovins sont des pousseurs qui consomment toujours 80 à 100% de Graminées et quelques forbes. Chez les ovins, la consommation d'herbe varie de 10 à 80%, celle des arbrisseaux peut dépasser 60%, et ils absorbent aussi des forbes (jusqu'à 50%), des fruits et des graines, et même un peu de brouet (jusqu'à 4%). Ce sont les chèvres qui ont le régime changeant le plus avec les saisons: les Graminées et les arbrisseaux peuvent y atteindre 60%, le brouet 50%, les fruits et les graines 30%. Considéré dans son ensemble, le troupeau fournit une niche trophique large, opportuniste et temporairement stable qui résulte de l'utilisation équilibrée de tous les types de fourrages: sa mobilité lui permet d'exploiter rationnellement toute la région. COPPOCK *et al.* (*l.c.*) concluent que "ces caractères sont indispensables à la survie des nomades dans cet environnement difficile et imprévisible, et ils sont opposés aux tactiques de développement qui visent à réduire la diversité des espèces ou à limiter leur mobilité". On arrive à des conclusions semblables chez les Rendille, en analysant les régimes par l'analyse des excréments (MIGONGO-BAKE *et al.*, 1986).

Clerodendrum glabrum et *Grewia tenax* sont les plantes de brout préférées des chèvres pendant la saison des pluies. Quand ces ligneux et les herbes sont épuisés, les chèvres s'attaquent au "Ipukenyi" pendant la saison de transition, ainsi qu'à *Duosperma eremophilum* très abondant, mais qui est nettement le moins apprécié des ligneux pendant et après la saison des pluies, alors que sa valeur nutritive est élevée.

Les chèvres aiment à ramasser au sol les fleurs et les fruits d'*Acacia Senegal* et d'*A. tortilis* qui sont d'une grande importance car les fleurs sont disponibles de juillet à septembre pendant la longue saison sèche et les fruits pendant la petite saison sèche de janvier et février. Ces fleurs et ces fruits, sont riches en protéines et en hydrates de carbone, ils sont très appréciés et constituent une supplémentation idéale au maigre brout disponible en saison sèche. Les fleurs d'*Acacia tortilis* sont un produit végétal très riche en protéines brutes (15,2%), avec la Graminée *Dactyloctenium aegyptium* (17,3%) précédant de loin les autres Graminées disponibles de la région (moins de 10%). C'est peut-être ce qui explique que les bovins observés à Ngurunit/Lependera en septembre 1981 en aient consommé 20% de leur régime. Mais un autre ligneux occupe une place importante dans l'alimentation des bovins, le sous-arbrisseau *Sericocomopsis Hildebrandtii* qui contient jusqu'à 18,4% de protéines brutes, et que les bovins, en saison des pluies, font entrer pour 10% dans leur régime.

En Corse, dans le maquis, les caprins consomment jusqu'à 75% de ligneux en hiver, soit moins que les chèvres de l'Atlas (Maroc) qui en consomment 95% d'après BOURBOUZE (1986) ou moins que celles de l'île de Santa Catalina en Californie qui consomment 90% de plantes ligneuses. Mais ils consomment moins de 15% de ligneux au printemps. En hiver, la teneur en M.A.T. de ces ligneux est faible et n'atteint pas 9% de la M.S., tandis que leur teneur en lignine (A.D.L.) est forte et peut atteindre 37%

de la M.S. pour la bruyère arborescente, *Erica arborea*, qui est bien consommée. La bruyère à balais, *E. scoparia* n'est jamais consommée. Le chêne vert et le chêne liège sont les ligneux les plus consommés, surtout celui-ci. L'arbousier vient ensuite, puis la bruyère arborescente, le filaria, les cistes, consommés toute l'année, avec une préférence pour *Cistus incanus*, mais comme il est beaucoup moins abondant, les chèvres en absorbent beaucoup moins que de *C. monspeliensis*; ce dernier est consommé de manière très hétérogène dans l'espace. Puis sont consommées les ronces, d'abord les jeunes rameaux sur 15 à 20 cm de long lorsque la plante est jeune, puis les feuilles une à une sur la plante âgée; puis vient le chêne pubescent, consommé de la même façon. Le cytise *Cytisus villosus* est très recherché mais sa rareté fait que les chèvres en absorbent peu: cette attitude est comparable à celle des chèvres du Maroc devant *C. purgans* (BOURBOUZE, 1986). Il en est de même pour les espèces ligneuses caducifoliées

comme l'orme *Ulmus minor*, le peuplier *Populus nigra*, l'aulne glutineux *Alnus glutinosa*, et le frêne *Fraxinus Ornus*. Sont aussi consommées les Rosacées *Prunus spinosa*, *Crataegus monogyna*, *Rosa canina*, dont les feuilles sont prélevées avec précaution entre les rameaux piquants. Lorsqu'ils sont abondants, ce qui n'était pas le cas sur les parcours étudiés, sont aussi recherchés les végétaux suivants: le genêt d'Espagne *Spartium Junceum*, le calycotome épineux *Calycotome spinosa*, la garance voyageuse *Rubia peregrina*, la salsepareille *Smilax aspera*, et le myrte *Myrtus communis*. En Corse, le lentisque *Pistacia Lentiscus* est peu consommé par les chèvres, sauf ses fruits, alors que sur certains parcours de Sardaigne où il est quasiment la seule espèce arborescente à la disposition des caprins, il est prélevé en très grande quantité. Enfin, l'analyse coprologique révèle que les glands sont appréciés dans l'ordre d'importance suivant: chêne pubescent, chêne-liège, chêne vert. Les critères de choix sont dépendants tout d'abord de la

Appétabilité

Les moutons préfèrent à d'autres certaines lignées d'*Artemisia tridentata*. Avec du foin de luzerne et 0,28 kg d'orge en flocons par tête et par jour, ils consomment en outre 0 à 98% de la croissance annuelle et de 0 à 7,112 g.M.S. par tige d'armoise. Donc, s'ils mangent l'armoise, c'est qu'ils en ont envie! McARTHUR et WELCH (1982) ont fait des essais comparatifs avec trois sous-espèces :

- ◆ *vaseyana* (10 provenances)
- ◆ *tridentata* (7 provenances)
- ◆ *wyomingensis* (6 provenances).

Chez la provenance Kaibab d'*Artemisia tridentata* ssp. *vaseyana*, 98,3% de la croissance de l'année est consommée. Chez la provenance Colton de la sous-espèce *wyomingensis*, 92,3%, mais chez la provenance Hobbie Creek de la même sous-espèce, seulement 80,6%.

Le pourcentage moyen consommé, multiplié par la longueur moyenne en centimètres du rameau consommé, multiplié par son poids moyen en g.cm⁻¹ donne le nombre moyen de grain consommé par rameau. Il est pour la provenance Hobbie Creek de 7.112; pour la provenance Colton de 7.096; pour la provenance Kaibab de 7.000.

Des constatations semblables (WELCH, *et al.* 1981) ont été faites avec le "mule deer" qui utilise de 28,3 à 57,5% du croît suivant les accessions, mais avec des limites extrêmes moins marquées.

(WELCH, B L., *et al.* 1987)

disponibilité du couvert végétal: le comportement saisonnier des caprins, par exemple, les apparente au chamois qui, en hiver, dans les Alpes, consomme 41% de ligneux. Les chèvres ne sont pas des animaux brouteurs stricts: par ailleurs, elles sont plus sélectives parmi les espèces ligneuses que parmi les espèces herbacées. Les chèvres recherchent les plantes ou les parties de plantes qui contiennent le moins de tanins, bien qu'elles soient plus tolérantes que d'autres espèces de phytophages aux teneurs en tanins et en alcaloïdes. Les tanins, par leur action sur les protéines, diminuent notablement la digestibilité de celles-ci. La lignine lime également la digestibilité de l'ingéré. La quantité importante de végétaux ligneux dans le régime des caprins le pénalise cependant moins que d'autres espèces de phytophages. Par ailleurs, la présence d'essences volatiles dans certains végétaux expliquerait leur faible consommation. Parmi plusieurs espèces de genévriers, des cervidés choisissent les plus pauvres en essences volatiles. Or, ces essences sont responsables d'une importante diminution de la digestibilité *in vitro* de la cellulose, d'une augmentation du temps de rétention des ingesta, ce qui a pour corollaire une diminution de la quantité ingérée. Le lentisque doit sa faible appétabilité à sa richesse en essences volatiles. Mais, la teneur en essences varie beaucoup d'un milieu à un autre; ce qui pourrait expliquer que le lentisque soit beaucoup plus consommé en Sardaigne qu'en Corse; mais son abondance relative plus grande en Sardaigne peut être une autre explication.

Par ailleurs, il existe des différences individuelles importantes. La consommation de Rosacées varie du simple au triple pour les chèvres d'un même troupeau. Aussi appréciée soit-elle, une plante ne sera jamais l'unique composant d'un régime. D'autant moins que la chèvre se déplace et passe dans des types de végétation différents au cours d'une même journée. Enfin, le groupe social oriente les prélèvements individuels: des animaux guides entraînent le groupe

et il existe un phénomène d'imitation chez les chèvres comme chez les brebis.

Parmi les possibilités d'améliorer des parcours ligneux pour les chèvres, la fertilisation et le débroussaillage sont importants. La fertilisation permet d'avancer la pousse de l'herbe et d'obtenir dès avril 1 t.M.S.ha⁻¹ sur la partie améliorée contre presque rien sur le parcours non amélioré (JOFFRE, 1982). Le débroussaillage associé à une fertilisation et à un pâturage contrôlé permet de passer en 2 ans de 1 t.M.S.ha⁻¹ à une productivité 5 à 10 fois supérieure selon les types de végétation de départ et selon la conduite des animaux (JOFFRE *et al.*, 1981).

Une même espèce de plante peut avoir des individus d'appétabilités différentes. Ainsi, R. ANDERSON rapporte (1947) que des plants de *Geijera parviflora* sont broutés différemment. Mais son observation pourrait être due à une erreur taxonomique. Chez l'impala, le brout augmente avec la saison sèche; si une espèce est trop appréciée, elle peut disparaître, comme il arrive par exemple aux *Rhagodia* et aux *Eremophila* de l'Australie de l'ouest aride (EVERIST, 1972). L'appétabilité change aussi avec les saisons. En hiver, le cerf-mulet *Odocoileus hemionus* du nord-ouest du Colorado consomme 83% de *Pinus cembroides edulis* et *Juniperus osteosperma*, et 13% d'*Artemisia tridentata*, *Purshia tridentata*, *Amelanchier utahensis*, mais sa consommation de pin et de genévrier diminue fortement lorsque viennent les beaux jours. De son côté, DUSEK (1975) a montré qu'au Montana le cerf-mulet a un contenu du rumen qui provient du brout pour 43% au printemps, pour 81% en été, pour 60% en automne, et pour 59% en hiver. De la même façon, au Texas, le cerf à queue blanche ou cerf de Virginie, *Odocoileus virginianus*, consomme au début du printemps 23,2% de brout, mais 39,6% à la fin du printemps: en ce qui concerne les opuntias, il consomme 12,9% au début du printemps et 20,6% à la fin, pour les forbes 51,5% au début et 27,5% à la

fin, et pour les Graminées, 2,3% au début et 2,6% à la fin, comme l'ont montré EVERITT *et al.* (1974).

Pour beaucoup d'animaux le brout sempervirent est ce qu'ils aiment le moins. C'est aussi la source de nourriture la plus constante. R. ANDERSON (*l.c.*) a rappelé qu'une espèce peut être considérée comme excellente fourragère dans certaines régions et pas dans d'autres. Ainsi *Acacia excelsa* ou *Atriplex Halimus*. Il n'y a pas de corrélation entre abondance et appétabilité, mais plutôt une relation inverse.

L'ordre d'appétabilité peut varier géographiquement et saisonnièrement et peut être même à plus longue échelle de temps qu'une année; cette hypothèse a été évoquée par nous dans un travail antérieur, pour *Boscia senegalensis* (BAUMIER, 1981). Ainsi, les croisements de bétail Brahman dans la Louisiane du centre entretenus sur *Pinus palustris* et *Andropogon* sp. consomment dans l'année 5% seulement de brout, mais en hiver ils consomment les aiguilles de pins et le pourcentage de brout augmente beaucoup. On doit distinguer aussi l'appétabilité en fonction de l'aspect plus ou moins appétissant des feuilles et des rameaux: les daims en Floride préfèrent les rejets de feuillus jeunes et en mangent 57,3% après exploitation des arbres adultes. Il peut se faire qu'une préférence marquée pour une seule espèce soit identifiée. On a montré qu'au Kenya, la gazelle de Thomson et l'impala consomment 30% de brout, mais que la gazelle de Grant en consomme 68%. Les feuilles du brout sont plus riches en protéines brutes que l'herbe en saison sèche (FIELD, 1975). Si l'on en croit COOK (1959) et COOK *et al.* (1950), et si l'on peut généraliser le résultat de leurs études, les conditions édaphiques influenceraient la valeur nutritive, et les plantes seraient plus palatables et plus nutritives sur des sites considérés comme défavorables que sur des sites favorables. Ce qui est certain, c'est que l'état de la plante influence beaucoup l'appétabilité. Par exemple, sont

consommées volontiers par le bétail les feuilles d'*Azadirachta indica* séchées, alors que les feuilles fraîches ne sont pas habituellement recherchées ni même consommées; celles de *Callotropis procera*, celles d'*Euphorbia coarulescens* de la Province du Cap sont consommées lorsqu'elles sont coupées un peu sèches et hachées, alors qu'elles ne sont pas touchées par le bétail lorsqu'elles sont vertes.

Au New Hampshire, le lièvre à raquettes, *Lepus americanus*, absorbe plus de *Thuja occidentalis* et d'*Acer rubrum* quand les feuilles sont pelletées, mouluës, et à l'état sec que lorsqu'elles sont vertes ou conservées au froid. La digestibilité après pelletage est réduite pour le *Thuja*, mais elle est augmentée pour l'érable. La composition chimique des végétaux ligneux peut influencer leur absorption par les animaux. Par exemple, il existe une corrélation négative entre l'extractif à l'éther de *Racospermum aneurum* et son appétabilité. Certaines espèces sont refusées à l'état jeune mais consommées quand elles sont adultes.

L'évaluation de l'appétabilité peut se faire par différentes approches:

- analyse des excréments,
- contenu du rumen en %,
- évaluation visuelle,
- échantillonnage offert à la main,
- fistules oesophagiennes,

- nombre et taille des prises,
- durée des prises,
- état du pâturage avant et après brouillage.

Les zébus ont généralement une préférence pour les Graminées, alors que les ovins préfèrent souvent les autres plantes herbacées. Comme les plantes les plus appréciées disparaissent généralement les premières par l'effet d'une sélection à rebours, l'effet de l'appétabilité n'est pas sans conséquences.

Au sein d'une même espèce, les préférences peuvent varier avec les races; c'est ainsi que les chèvres Jamunapari de l'Inde préfèrent le fourrage de brouit alors que les Barbari du même pays préfèrent les herbes (SAINT *et al.*, 1988). Dans un essai réalisé par ces auteurs, les animaux passaient 6 à 7 heures par jour à paître, mais 40% de ce temps était consacré à l'absorption de brouit (20% en été et en saison des pluies, mais 64% en hiver). L'absorption de plantes du tapis herbacé n'atteignait pas 5% en hiver, le reste du temps étant consacré à ruminer ou à des activités diverses comme les déplacements. Sur l'ensemble de l'année, on a remarqué que les chèvres se reposaient après 30 à 40 min. consacrées au prélèvement de nourriture. Elles passaient 29,4% de leur temps à se reposer ou à ruminer. En été, la race Jamunapari consacre 66,1% du temps à brouter, contre seulement 45%

Perte de poids

Dans une étude des feuilles du "khejri", *Prosopis cineraria*, on a trouvé 14,20% P.B. et 22,06% F.B. dans des feuilles récoltées en février-mars et emmagasinées pendant plusieurs mois. Un test de digestibilité a été fait en Inde sur cinq béliers Chokla, qui a entraîné une perte de poids de 240 g par animal en 4 semaines. La consommation était de 2,10 kg M.S./100 kg P.V.¹. Le coefficient de digestibilité de la protéine brute est de 31,65, celui de l'extrait d'éther de 34,12, celui de la fibre brute de 50,90, et celui de l'extrait non azoté de 41,3. La perte de poids peut être attribuée à une mauvaise utilisation des protéines et de l'énergie.

(BHANDARI, D.S., *et al.*, 1979)

pour la race Barbari. L'écart grandit à la saison des pluies (72,2% et 24,0% du temps, respectivement), tandis qu'en hiver les temps de brouillage sont de 94 et 95% pour les deux races.

L'expérience s'est déroulée à 169 m d'altitude, par 27°N. et 27°02' E. L'absorption de M.S. ne dépend pas que de la qualité de la nourriture, mais aussi du format de l'animal. Des animaux de petite taille comme les ovins et les caprins ont une plus grande capacité d'absorption par kilogramme de poids vif que les animaux plus gros. Leurs besoins de maintien sont donc plus grands et ils doivent donc parcourir relativement plus de chemin que les animaux plus gros pour trouver leur nourriture. Il est probable, en particulier, que la chèvre survit non pas grâce à une absorption plus forte d'aliments ou à une capacité de digestion plus grande mais parce que la qualité et la variété de ce qu'elle absorbe sont plus grandes: elle a une grande capacité à récolter du fourrage là où les autres espèces domestiques ne le peuvent pas; elle broute davantage, mais aussi elle marche et elle grimpe dans les arbres, et aussi parce que son cycle de

	Brouit de chêne	
	jeune	mature
(en % de M.S.)		
N	2,4	2,4
constituants cellulaires	65,2	64,3
lignines	10,2	11,2
fibres	28,9	31,7
tanins	11,1	8,7
(en Kcal.kg ⁻¹)		
énergie brute	4,8	5,0

Tableau 45 - Evolution de la composition du brouit de chêne avec l'âge

Source: NASTIS *et al.*, 1981

production court s'ajuste mieux que celui des bovins au cycle très court de la production végétale en régions semi-arides. L'ingestion de M.S. dépend en effet du stade physiologique de l'animal (gestation, et surtout lactation).

Digestibilité

Ce qui est bon et digeste pour l'Homme ne l'est pas forcément pour les animaux. Bien que contenant 23% de protéines, le "kawal" des Indiens, formé de feuilles fermentées de *Cassia obtusifolia* entraîne des troubles nutritifs chez les poulets (SULEIMAN *et al.*, 1987).

Dans une étude sur l'utilisation du brout de chêne par la chèvre, NASTIS *et al.* (1981) ont montré que l'animal consomme jusqu'à 85% de brout de chêne. Or, *Quercus Gambelii* est dominant sur plusieurs millions d'hectares dans l'ouest des Etats unis d'Amérique mais il n'est guère utilisé que par le cerf-mulet et par l'élan; et ces mêmes chênes sont classés généralement comme toxiques; cependant, la chèvre les consomme. Dans le matériel jeune, il y a plus de tanins et moins de lignine comme le montre le tableau 45.

Mais avec *Quercus Robur*, européen, c'est dans les feuilles les plus mûres qu'on trouve les plus hauts pourcentages de tanins (5,5% seulement de la M.S.).

Les lignines et les tanins ralentissent la digestion; les tanins, par formation de complexes stables avec des protéines, par inhibition enzymatique, par inhibition de l'activité microbienne, ou par réaction avec des protéines endogènes des mucosités intestinales. Comme dans les autres espèces de brout, la digestibilité des parois cellulaires diminue avec la lignification. L'absorption volontaire baisse lorsqu'on augmente le pourcentage de chêne dans la diète comme avec tous les fourrages riches en tanins.

En comparant 3 régimes avec un test T de luzerne:

- ♦ A avec 80% de feuilles coupées en juin,
- ♦ B avec 40% de feuilles coupées en août.
- ♦ C avec 80% de feuilles coupées, la consommation énergétique est moindre avec le régime A, l'énergie excrétée par les fèces est moindre aussi avec A, l'énergie excrétée par l'urine est moindre avec B; A donne moins d'énergie métabolisable et est à la limite de l'acceptable (NASTIS *et al.*, 1981).

La digestibilité d'un aliment varie avec l'animal que l'on considère. Les animaux de petit format sont désavantagés pour la digestion des fibres, surtout lorsque celles-ci sont de qualité médiocre. Comme l'a noté MIGONGO (1984), le pouvoir digestif du rumen des dromadaires est nettement plus bas que celui des bovins, des chèvres et des ovins. Le flux de passage des aliments de l'estomac à l'intestin du dromadaire est plus élevé que chez les zébus et les bovins, ce qui permet de supposer que le taux de passage est plus élevé. Ceci permet aussi d'expliquer de façon plausible la plus grande efficacité digestive constatée chez les bovins par MIGONGO-BAKE *et al.* (1986) et de supposer que c'est aussi la raison pour laquelle le dromadaire doit consommer de plus grandes quantités de fourrage dans un temps donné et compenser ainsi la faible efficacité de sa digestion de la M.S., ce qui l'amène à brouter et à pâturer même aux heures les plus chaudes de la journée, quand les autres espèces animales domestiques sont au repos. Si la température moyenne des dromadaires est pratiquement la même que celle des bovins, ils peuvent supporter des écarts considérables de température interne, de 4°C. à 6°C., qui leur permettent, entre autres, de brouter même durant les heures les plus chaudes (AURIOL, comm.verb.). D'après CLOUDLEY-THOMPSON (1969), l'accumulation de graisses dans la bosse du dromadaire laisserait ses tissus sous-cutanés pratiquement libres de toute accumulation de graisses, ce qui permet-

trait une température interne plus basse de l'animal. Les bovins digèrent mieux que les ovins, les chèvres ou les camélins, quelle que soit la digestibilité du fourrage.

Des mesures confirment ce que les nomades du Kordofan septentrional savent depuis des générations: la valeur nutritive du brout est supérieure à celle de la paille de sorgho, le principal fourrage apporté aux animaux, surtout par les agriculteurs éleveurs, pendant la saison sèche. La valeur nutritive du brout paraît supérieure à celle du sorgho, tout spécialement quand on fait la comparaison avec la variété locale "Abu 70", qui forme le gros du fourrage de saison sèche.

Dans la Gézira soudanaise, l'ingestion de brout progresse de 5% en début de saison sèche, à 45% en fin de saison; on sait depuis un demi-siècle au moins que les pailles seules ne peuvent assurer une nourriture suffisante ni équilibrée au bétail. Cependant, non seulement on n'a presque rien fait pour pallier à cette carence, ne serait-ce qu'en plantant beaucoup plus de ligneux fourragers ou de ligneux à usages multiples ayant la production de fourrage dans leurs qualités, mais on n'a pas pris les mesures qui s'imposaient pour maîtriser la croissance du troupeau, qui est maintenant près de dix fois ce qu'il était il y a un demi-siècle, où l'on signalait déjà (STEBBING, 1953) dans certaines régions les effets dévastateurs d'un troupeau déjà mal conduit.

Même avec des variétés de sorgho améliorées comme l'hybride "Pioneer" -qui, soit dit en passant, est une variété exigeante en eau et en azote, et dont l'utilisation ne peut être recommandée qu'en culture irriguée-, la supériorité du brout est évidente, spécialement pour les protéines. Leur taux est particulièrement élevé dans les feuilles d'*Albizia Lebbeck* et dans les gousses d'*Acacia tortilis*. La digestibilité de la matière sèche du brout est moins élevée que celle du sorgho "Pioneer" mais supérieure à celle

du sorgho local; celle des gousses de *Prosopis chilensis* est sensiblement égale à celle du sorgho hybride.

L'énergie métabolisable du brouit serait comparable à celle d'un ensilage de bonne qualité; elle est particulièrement élevée dans les gousses d'*Acacia tortilis* et dans les fruits de *Balanites aegyptiaca*, deux denrées qui sont considérées comme de très bonne qualité par les éleveurs traditionnels comme les Kababish, les Kawahla, et les Beidawi. L'inconvénient du brouit est qu'il est difficilement accessible; une partie seulement de la production est directement exploitable. Par ailleurs, la production est faible. On a mesuré 668 kg M.S.ha⁻¹ dans des fourrés d'acacias en zone sahélienne et cela ne dépasserait pas 1500kg M.S.ha⁻¹ dans les régions sahélo-soudanaises. Avec les gousses de *Prosopis*, on peut atteindre 120 kg M.S.ha⁻¹, qui donneraient, dans les conditions du Soudan, quelques 20 kg de protéines brutes digestes. De plus, le brouit ne fournit pas assez de calcium ni de phosphore (sauf les gousses d'*Acacia tortilis*) pour les besoins des animaux; chez le *Leucaena leucocephala* les effets du taux très faible de phosphore sont aggravés par un excès de calcium. Les bas taux de phosphore sont dus au fait que dans les sols très argileux et alcalins de la Gezira le phosphore, qui n'est pas abondant, est en plus fixé par l'argile. Sont recommandés: *Prosopis chilensis*, *Parkinsonia aculeata*, *Acacia tortilis*, *Balanites aegyptiaca*, et autour des habitations: *Azadirachta indica*, *Albizia Lebbeck*, *Leucaena leucocephala*.

Valeur fourragère

La valeur fourragère d'un aliment est la quantité d'orge, exprimée en kg, qui produirait, pour l'espèce envisagée, le même effet énergétique qu'un kilogramme de cet aliment.

Dans la thèse de DIAGAYETE (1981), et dans un travail qu'il a fait plus tard en

Digestibilité et consommation volontaire

Les feuilles séchées de quatre espèces d'arbrisseaux, *Atriplex vesicaria*, *A. nummularia*, *Maireana pyramidata* et *Bassia dacyantha*, et de quatre espèces d'arbres, *Acacia pendula*, *Casuarina cristata*, *Geijera parviflora* et *Heterodendron oleifolium*, qui sont toutes communes dans l'ouest des Nouvelles Galles du sud, ont été données à des moutons ou à des chèvres pour déterminer leur digestibilité. Quatre espèces étaient plus digestes (plus de 50%) et une seule, *Casuarina cristata*, avait seulement 29%. Les espèces les plus digestes (*Atriplex nummularia*, 69%, *Maireana pyramidata*, 58%, *Geijera parviflora*, 59%) n'étaient que peu consommées. La digestibilité seule donne une évaluation médiocre de la valeur du fourrage parce qu'il n'y a pas de correspondance entre la digestibilité et l'absorption de M.O. L'absorption de *Casuarina cristata* (qui a la digestibilité la plus faible) est bien plus grande que celle de *Geijera parviflora* ou d'*Atriplex nummularia*, qui ont les digestibilités les plus élevées. Il y a accord (à 1 ou 2 unités de digestibilité près) entre la digestibilité *in vitro* et la digestibilité *in vivo*, mais une plus grande disparité pour *Heterodendron oleifolium* et *Maireana pyramidata*.

Pour les arbres, la digestibilité des constituants de parois cellulaires et de A.D.F. était faible, quelquefois moins de 10%. Ceci n'est pas lié à la quantité de lignine obtenue par traitement avec un détergent acide dans les fibres. La plupart des échantillons contenaient plus de 2% d'azote, qui a une digestibilité réelle de 66 à 98%.

(WILSON, 1977)

collaboration (DIAGAYETE *et al.*, 1986), on trouve la composition bromatologique, les teneurs en cellulose et lignine, et les teneurs en énergie métabolisable de 70 échantillons de 34 plantes fourragères sahéliennes, ainsi que les teneurs en tanins de 42 de ces échantillons, et les dosages des éléments minéraux de 22 d'entre eux. Les échantillons provenaient du ranch de Niono, situé dans la zone sahélienne du Mali; ils ont été récoltés en juin, en fin de saison sèche au Sahel, lorsque les feuilles des ligneux et leurs fruits constituent pratiquement les seuls fourrages verts des pâturages. Les principaux résultats sont donnés par le tableau 46.

En prenant comme référence les besoins en éléments minéraux indiqués par RIVIERE (1977), il ressort du tableau que "les feuilles des ligneux sont très riches en Ca, mais la plupart sont aussi très pauvres en P. Il en résulte des rapports Ca/P très défavorables dans ce groupe de fourrages. Les feuilles de *Combretum aculeatum* en constituent l'exception".

Partout les teneurs en Mg se situent au-dessus des besoins en Mg indiqués par

RIVIERE pour les ruminants en milieu tropical. Contrairement aux teneurs en K, celles en Na de tous les échantillons analysés sont de beaucoup inférieures aux besoins des ruminants. Pour ce qui concerne les oligo-éléments, le matériel végétal étudié présente des teneurs en Fe et en Mn se situant au-dessus des recommandations de RIVIERE sauf dans le cas des feuilles d'*Acacia nilotica* et d'*A. Senegal* ainsi que des gousses de *Bauhinia rufescens* et de *Faidherbia albida*, dont les teneurs en Mn ne peuvent couvrir les besoins des bovins.

Par contre, les besoins en Cu des caprins et des ovins peuvent être couverts; les teneurs de ce minéral dans les feuilles d'*Acacia nilotica*, de *Combretum aculeatum*, de *Guiera senegalensis* et dans celles de *Pterocarpus lucens* pourraient même leur devenir toxiques si la ration ne comprenait que ces aliments. Pour les bovins, seuls 10 échantillons peuvent couvrir les besoins en cuivre, et seules les feuilles d'*Adansonia digitata*, de *Guiera senegalensis* et de *Pterocarpus lucens* peuvent couvrir éventuellement les besoins en zinc.

Nom botanique *	Famille	g.kg MS ⁻¹					mg.kg MS ⁻¹				
		Ca	P	Mg	K	Na	Ca/P	Fe	Cu	Zn	Mn
A. Ligneux appartenant aux Légumineuses											
<i>Acacia nilotica</i>	Mimos.	15,5	1,4	1,7	7,1	0,03	11,07	274	16,3	33	24
<i>Acacia Senegal</i>	Mimos.	39,9	1,5	4,2	11,7	0,07	26,613	452	8,1	26	37
<i>Acacia Seyal</i>	Mimos.	20,8	1,5	2,6	9,5	0,04	13,86	426	11,0	39	76
<i>Bauhinia rufescens</i> (1) (gousses mûres)	Césalp.	6,8	1,7	2,2	7,4	0,03	4,0	163	10,6	29	43
<i>Bauhinia rufescens</i> (2)	Césalp.	32,4	1,5	4,9	7,1	0,12	21,6	616	11,1	19	210
<i>Faidherbia albida</i> (1)	Mimos.	29,1	0,9	1,7	6,8	0,07	32,33	396	11,9	43	142
<i>Faidherbia albida</i> (2)	Mimos.	28,1	0,8	2,4	7,1	0,19	35,12	2814	8,4	27	153
<i>Faidherbia albida</i> (3) (gousses mûres)	Mimos.	4,5	1,6	1,6	13,8	0,07	2,81	183	7,5	47	36
<i>Piliostigma reticulata</i>	Césalp.	13,1	1,0	3,3	8,9	0,03	13,1	212	6,4	27	156
<i>Pterocarpus lucens</i> (1)	Fab.	5,6	2,4	4,6	17,4	0,26	2,33	169	17,5	50	1675
<i>Pterocarpus lucens</i> (2)	Fab.	10,4	2,0	5,4	17,0	0,04	5,2	240	8,1	45	1065
B. Ligneux n'appartenant pas aux Légumineuses											
<i>Adansonia digitata</i> (1)	Bombac.	30,9	3,7	7,5	15,9	0,14	8,35	291	13,5	21	72
<i>Adansonia digitata</i> (2)	Bombac.	24,1	2,5	6,5	17,9	0,15	9,64	319	11,3	51	76
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	Combrét.	10,0	2,1	4,4	10,4	0,18	4,76	406	6,2	19	48
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Zygophyl.	61,3	0,7	8,2	10,0	0,03	87,57	211	5,1	14	68
<i>Boscia angustifolia</i>	Cappar.	9,8	0,7	3,3	7,6	0,05	14,0	273	9,6	19	231
<i>Boscia senegalensis</i>	Cappar.	9,9	0,9	5,4	8,7	0,01	11,0	130	7,8	26	89
<i>Cadaba farinosa</i>	Cappar.	17,4	1,6	7,1	27,2	0,06	10,87	320	6,8	36	51
<i>Combretum aculeatum</i>	Combrét.	3,8	2,8	3,4	20,7	0,30	1,36	376	21,4	31	117
<i>Guiera senegalensis</i> (1)	Combrét.	8,3	1,5	2,9	13,7	0,03	5,53	480	15,3	57	368
<i>Guiera senegalensis</i> (2)	Combrét.	7,2	1,6	2,6	8,9	0,20	4,50	719	7,5	35	165
<i>Zizyphus mauritiana</i>	Rhamn.	13,6	2,5	2,4	19,4	0,10	5,44	250	7,1	33	91

Tableau 46 - Composition minérale des ligneux consommés par les ruminants de la zone sahélienne.

* Les parties de la plante récoltées sont les feuilles, sauf dans le cas de précisions supplémentaires.

Source : DIAGAYETE *et al.*, 1986

Ces résultats en confirment d'autres (CISSE, 1984; KAPU, 1975) qui soulignaient que le Na est abondant dans les ligneux fourragers des pâturages d'Afrique de l'Ouest, et que les teneurs en Ca et en P comme le rapport Ca/P n'y permettent généralement pas aux bovins de réaliser de bonnes performances. KAPU (*l.c.*) a montré qu'au Nigéria du nord les ligneux ont trop peu de Zn mais assez de Cu pour couvrir à eux seuls les besoins des bovins.

On sait que la contrainte nutritionnelle la plus forte pendant la saison sèche est la rareté des protéines. Dans les plaines inondables qui bordent le fleuve Niger dans le centre du Mali, DIALLO (1968), TRAORE (1978), et HIERNAUX *et al.* (1985) indiquent que le contenu des

fourrages prélevés sur les terres à pâturage par les zébus est de l'ordre de 1,1% alors que celui de l'ensemble des plantes poussant sur le parcours n'est que de 0,7%, ce qui montre que le bétail sélectionne soigneusement ce qu'il consomme. Le contenu en azote des feuilles et des tiges de l'herbe mûre était compris entre 0,5 et 1 %, alors que celui des tiges décroissait de 0,6 à 0,2 % au fur et à mesure de l'avancement de la saison sèche. Tandis que le contenu en azote du jeune recrû était compris entre 1 et 1,2 % de novembre à janvier, il pouvait atteindre 1,5 % chez *Andropogon gayanus*, *Cynodon Dactylon*, *Eragrostis Barteri* et *Panicum anabaptistum*, et jusqu'à 2 % chez *Echinochloa stagnina*, *Oryza longistaminata* et *Vetiveria nigritiana* lorsqu'on les brûle seu-

lement entre mars et mai. Le contenu en azote baisse avec l'âge, mais la coupe répétée freine cette baisse; par ailleurs, le niveau de protéines brutes est influencé par la distribution des pluies.

Comme l'ont montré McKEAY *et al.* (1969), le contenu de l'herbe en protéines brutes augmente lorsque le terrain de parcours est surpâturé. Alors les animaux broutent et absorbent d'avantage de protéines brutes, mais les augmentations de poids du bétail restent plus élevées dans les zones peu pâturées où l'herbe reste abondante.

La valeur nutritive du fourrage est affectée par l'ombrage, par l'eau et les minéraux disponibles, par les facteurs climatiques et édaphiques, par le feu, par

la compétition, et par les facteurs génétiques (morphologie, métabolisme, digestibilité, etc.) comme a montré KOZ-LOWSKI (1964). Toutefois la valeur nutritive ne change pas avec les saisons autant que celle de l'herbe (HENRICI, 1934).

Au Sahel, on cultive certaines plantes comme aliments et leurs résidus sont utilisés comme fourrage durant la saison sèche: il peut arriver, par exemple avec la dolique de Chine ou niébé, *Vigna sinensis*, que la valeur des résidus (paille) dépasse celle du produit lui-même (grains).

Sur de jeunes *Prosopis juliflora* cultivés près de Mombasa (Kenya), notamment pour le fourrage qu'ils procurent, on a mesuré à 6 ans : 209 m³ de tiges et 75 m³ de grosses branches par hectare, et une biomasse totale de 216 t M.S. (MAGHEMBE *et al.*, 1983). Les feuilles et les rameaux des petits individus, qui représentaient 22,6% seulement de leur biomasse, contenaient plus de la moitié des éléments nutritifs: 60% de l'azote, 57% du phosphore, 63% du potassium, 31% du calcium, et 63% du magnésium. Chez les individus les plus grands, les proportions relatives étaient 50% de l'azote, 46% du phosphore, 52% du potassium, 24% du calcium, et 58% du magnésium. Les parties vertes les plus fines représentent donc un fourrage potentiel de grande valeur. Si l'on récoltait seulement les tiges comme bois de feu, et qu'on laissât sur le sol le reste de la plante, cela permettrait de retourner au sol un pourcentage élevé des éléments nutritifs de la biomasse: 70% de l'azote, 67% du phosphore, 77% du potassium, 50% du calcium, et 73% du magnésium. Toutefois, le prélèvement de bois de feu représente actuellement par hectare:

- 1,7 t d'azote.
- 0,12 t de phosphore,
- 1,2 t de potassium.
- 1,4 t de calcium,
- et 0,1 t de magnésium.

Pour maintenir la productivité au même niveau, il faudrait faire des apports de la

même importance, sous forme d'engrais ou de compost.

Dans une revue du concept de capacité de charge dont on trouvera une traduction libre en annexe 3, DE LEEUW *et al.* (1990) ont justement rappelé que les données que l'on utilise pour calculer la charge possible d'un pâturage en U.B.T., comme d'ailleurs celles que l'on utilise pour calculer les rations, ont été établies pour des animaux qui vivent dans des régions tempérées et doivent être appliquées avec réserve et beaucoup de prudence dans les régions tropicales. Les essais de digestibilité et de bilan effectués dans des pays en voie de développement sont encore trop peu nombreux pour être généralisés. Par ailleurs, le manque d'uniformité génétique des troupeaux accentue très probablement les différences individuelles.

Comme le rappelle le "Memento de l'agronome" (Min. Coop., 1974), les auteurs de langue française utilisent le plus souvent les unités fourragères (U.F.) pour calculer les besoins en énergie. La valeur fourragère d'un aliment du bétail est la quantité d'orge exprimée en kg qui produirait le même effet énergétique qu'un kilogramme de cet aliment. Pour les porcins, il est préférable d'exprimer la valeur énergétique d'un aliment en énergie digestible (mesurée en KCal). Quant aux besoins énergétiques des volailles, ils sont exprimés en kilocalories (Cal.) sur la base de l'énergie métabolisable. On distingue:

- l'énergie brute (E.B.) d'un aliment, mesurable à la bombe calorimétrique;
- l'énergie métabolisable (E.M.), qui est l'énergie brute moins celle des excréta, mesurée aussi à la bombe calorimétrique;
- l'énergie nette (E.N.), qui correspond au contenu énergétique d'aliment qui contribue à couvrir les besoins d'entretien et les besoins de production; elle est égale à l'E.M. diminuée de l'énergie de transformation (E.T.) de l'aliment, égale à 1 cal. g⁻¹ M.S. de l'aliment;

- l'énergie productive (E.P.), difficile à mesurer, qui représente 70% environ de l'E.M., les 30% restants correspondant au maintien de l'homéostasie.

Pour les ruminants, on utilise dans les pays d'influence anglo-saxonne les éléments digestibles totaux (T.D.N., éléments nutritifs digestibles totaux), qui sont constitués par la somme de la matière organique digestible totale et de la matière grasse, multipliée par 1,25. Les T.D.N. varient avec l'espèce considérée, puisque les coefficients de digestibilité varient eux-mêmes avec l'espèce animale. Le nombre obtenu donne l'énergie métabolisable de l'aliment en le multipliant par 3,65 pour les ruminants, par 4,1 pour les porcins et pour les ruminants non sevrés, et par 4,2 pour les volailles.

La matière organique digestible (M.O.D.) est donnée par la formule:

$$M.O.D. = M.A.D. + M.G.D. + E.N.A.D. + C.B.D.$$

où:

- M.A.D. = matière azotée digestible
- M.G.D. = matière grasse digestible
- E.N.A.D. = extractif non azoté digestible
- C.B.D. = cellulose brute digestible.

Dans le calcul de l'énergie nette, on évalue la dépense d'énergie (perdue) pour le travail de nutrition à:

- 1 Cal.g M.S.⁻¹ pour les ruminants
- 0,9 Cal.g M.S.⁻¹ pour les porcins

donc, pour les ruminants:

$$E.N. = E.M. - (M.S. \times 1)$$

La conversion en U.F. françaises (par kg M.S.) s'effectue en sachant que:

- 1 U.F. = 1883 Cal. pour les ruminants
- 1 U.F. = 2222 Cal. pour les porcs et les ruminants non sevrés.

On utilise aussi, mais de plus en plus rarement, l'unité amidon (ou U.A.) de KELLNER (NKf). Une U.A. est égale à l'énergie libérée dans l'organisme par l'ingestion d'un kg d'amidon et à sa transformation en graisse. Pour déterminer la valeur amidon d'un aliment, on

BOVINS	Entretien	Croissance	Gestation 3 derniers mois	Lactation	Travail (*)	Engraissement
Energie en U.F.	100 kg: 1,2 150 kg: 1,6 200 kg: 2,0 250 kg: 2,3 350 kg: 2,6 400 kg: 3,2	par kg de gain (croissance moyenne) au sevrage: 1,2 à 1,7 6-12 mois : 2,1 12-18 mois : 2,7 18-24 mois : 3,0	7e mois: 0,1/100 kg de poids vif 8e mois: 0,2/100 kg de poids vif 9e mois: 0,3/100 kg de poids vif	0,38 par kg de lait à 4 p. 100 de matières grasses	Besoins totaux (entretien E + travail) Travail faible: 3 E / 2 Travail moyen: 2 E Travail fort: 5 E / 2	Par kg de gain début: 3,0 milieu: 3,5 fin: 4-4-5
Besoins protéiques: (matières azotées utilisables)	0,6 g par jour et par kg de poids vif	Besoins totaux (entretien + croissance) exprimés en grammes par U.F. sevrage : 130-140 6 - 12 mois : 100 - 130 12 - 18 mois : 80 - 100	100 g/U.F.	60 g par kg de lait à 4 p. 100 de matières grasses	pour un travail fort à moyen : 0,8 g par kg de poids vif (besoin total)	Besoins totaux selon l'âge: 80-100 g/U.F.
Besoins vitaminiques: Vitamine A Vitamine D	3 à 4 000 U.I./kg d'aliment sec	3 000 à 4 300 U.I./kg d'aliment sec	5 à 6 000 U.I./kg d'aliment sec	5 à 6 000 U.I./kg d'aliment sec		
Pour les veaux: Vit. B1	3 mg/100 kg de poids vif	4 à 5 mg/ 100 kg de poids vif	880 U.I. pour 100 kg de poids vif	660 - 880 U.I. pour 100kg de poids vif		
Vit. B2	2 mg/ 100 kg de poids vif	3 mg/ 100 kg de poids vif				
Calcium	5 g/ 100 kg de poids vif	15 g/ kg de gain	6 g / 100 kg de poids vif	2,5 à 3 g/ kg de lait		
Phosphore	3 g/ 100 kg de poids vif	6 g/ kg de gain	5,5 g/ 100 kg de poids vif	2,0 à 2,5 g/ kg de lait		
Na Cl	5 g/ 100 kg de poids vif	2 g/ kg de gain		2,0 g/ kg de lait		

Tableau 47 - Besoins moyens des bovins.

(*) On estime à 0,42 calorie par kilomètre parcouru et par kg de poids vif l'accroissement de la dépense énergétique soit: 0,022 U.F. pour 100 kg de poids vif par kilomètre parcouru.

Source: Min. Coopération, 1974

BROUT

OVINS	Entretien	Croissance	Gestation	Lactation	Engraissement
Energie en U.F.	10 kg: 0,26 20 kg: 0,38 30 kg: 0,47 40 kg: 0,53 50 kg: 0,59 60 kg: 0,65	pour 100 g de gain (croissance moyenne) 1er mois: 0,16 2e mois: 0,21 3e mois: 0,27 + de 3 mois: 0,32	Du 3è au 5è mois 50 p. 100 des besoins d'entretien	0,6 U.F. par kg de lait à 8 p. 100 de matières grasses	0,40 à 0,55 pour 100 g de grain
Besoins protéiques : (ma- tières azotées utili- sables)	0,8 g par jour et par kg de poids vif	Besoins totaux (entretien + croissance) exprimés en g par U.F. jusqu'à 3 mois : 150 à 190 g de 3 à 5 mois : 135 g	jusqu'à 3 mois : 0,8 g par kg de poids vif du 3è au 5è mois : 1,3 à 1,8 g par kg de poids vif	120 g par litre de lait	Besoins totaux 70 à 75 g.U.F. ⁻¹
Besoins vitaminiques : Vitamine A Vitamine D Pour les agneaux Vitamine B Vitamine E Calcium Phosphore NaCl	3 000 à 4 000 U.I. par kg d'aliment 1 000 à 1 500 U.I. par jour Besoins inconnus généralement couverts par les rations	3 000 à 4 000 U.I. par kg d'aliment 750 à 1 500 U.I. par jour 0,22 à 0,37 mg/kg de P.V. 3 à 3,5 g besoins totaux 2 à 2,5 g besoins totaux 1 g/kg de gain	5 000 à 6 000 U.I. par kg d'aliment besoins totaux 3,5 à 5 g 2,5 à 3,5 g	5 000 à 6 000 U.I. par kg d'aliment 6 à 7 g par litre de lait 4,5 à 5 g par litre de lait 2 g par litre de lait	

Tableau 48 - Besoins moyens des ovins.

Source : Min. Coopération, 1974

multiplie chaque principe digestible de cet aliment par le coefficient donné dans des tables spéciales, et le total par le coefficient de productivité, également donné par ces tables. L'U.A. vaut 2360 calories d'énergie nette.

BREIREM utilise la valeur énergétique nette des aliments en U.F. scandinaves et en équivalent amidon.

	I _s	F _s	C.S.	I _s x C.S.
<i>Agrostis tenuis</i>	3	44	11,111	33,3
<i>Festuca rubra</i>	2	37	9,343	18,6
<i>Nardus stricta</i>	1	0	30	7,575
diverses non fourragères	0	186	46,969	0
		396	100	97,5

Tableau 49 - Exemple de tableau pour calculer la valeur pastorale.

Source : DAGET et al., 1990

L'INRA (France) utilise l'équation suivante pour déterminer la valeur fourragère (V.F.) des fourrages:

V.F. =
(2,36 M.O.D. - 1,20 M.O.N.D.): 1650

où M.O.N.D. est la matière organique non digestible.

Comme le rappelle le "Memento de l'agronome", il existe une bonne concordance entre les différents systèmes et il est possible de passer de l'un à l'autre. La concordance s'établit ainsi:

1 U.F. française = 1 U.F. scandinave
= 0,7 U.A.

Le tableau 47 donne les besoins moyens des bovins, et le tableau 48 ceux des ovins.

Valeur pastorale

La valeur pastorale V.P. est un indice synthétique moyen qui dépend de l'abondance et de la nature des plantes qui forment un pâturage. Elle est donnée (DAGEF *et al.*, 1990) par la formule

$$V.P. = 0,2 \sum (C.S_i \times I_s)$$

où C.S. représente la contribution spécifique et I_s les indices spécifiques. Les indices spécifiques traduisent l'intérêt zootechnique de chaque espèce végétale: appétabilité, productivité, digestibilité, etc. Ils sont valables pour une espèce animale et dans un environnement déterminé. Par exemple, en prairie médio-européenne, l'indice spécifique de la callune *Calluna vulgaris* ou du myrtillier *Vaccinium Myrtillus* est 0

pour tous les animaux, mais celle du genêt pileux *Genista pilosa* est 1 et celle du dactyle pelotonné *Dactylis glomerata* est 5 (dans une échelle de 0 à 5). La contribution spécifique est la fréquence F d'une espèce exprimée en pourcentage. Le début d'un tableau pour calculer la valeur pastorale d'une prairie homogène pour moutons en Margeride (Massif central français) se présentera comme au tableau 49, et on aura:

$$V.P. = 0,2 \times 97,5 = 19,5$$

comme valeur pastorale de l'herbe. La valeur pastorale de l'herbage sera la valeur pastorale de l'herbe pondérée par le recouvrement global. Ainsi, dans 3 pâturages du Midi de la France avec un gazon à *Brachypodium ramosum* de valeur pastorale 17 où les recouvrements de l'herbe seront de 52%, de 71% et de

	$\frac{Ca}{P}$	Coefficient d'encombrement	R.P.E. = $\frac{M.P.D \text{ en g}}{\text{Energie en U.F.}}$
BOVINS			
Entretien	1,00 à 1,20	1,4	60 à 75
Croissance	2,00 à 2,50	1,4 à 1,6	100 à 130
Gestation	1,10		100
Lactation	1,25 à 1,30	1,2 à 1,8	80 à 130
Travail		1,5 à 2	
Engraissement		1,4	80 à 100
OVINS			
Entretien	1,60	1,8	50 à 70
Croissance	1,40 à 1,50	1,4	120 à 190
Gestation	1,40 à 1,45		75 à 100
Lactation	1,40	1,6	100 à 130
Engraissement		1,6	70 à 75
PORCINS			
Entretien	1,40	1,2	90 à 100
Croissance		taux de cellulose inférieur à 6%	100 à 180
Gestation	1,60 à 1,70	1,0	100
Lactation	1,60 à 1,70	1,0	120 à 140
Engraissement	1,60	1,0	100 à 120
EQUINS			
Entretien	1,70	1,6	70
Croissance	1,70	1,4	95 à 120
Gestation		1,4	80 à 100
Lactation	1,10		90 à 120
Travail		1,2	60 à 80

Tableau 50 - Calcul des rations alimentaires.

Source: Min. de la Coopération, 1974

79%, la valeur du pâturage sera respectivement de 9, de 12 et de 13.

Calcul des rations

La ration doit couvrir (cf. tableaux des besoins):

- les besoins d'entretien,
- les besoins de croissance,
- les besoins de production.

Elle doit contenir une énergie suffisante et les quantités minimales des principes alimentaires nécessaires et elle doit respecter certains rapports entre les différents constituants:

- rapport : $\frac{\text{Calcium}}{\text{Phosphore}}$
- rapport protéidique fourrager: $\frac{\text{R.P.F.}}{\frac{\text{M.A.D.}}{\text{U.F.}} \text{ ou } \frac{\text{M.P.D.}}{\text{U.F.}}}$ selon les espèces
- coefficient d'encombrement : $\frac{\text{(M.S. en kg)}}{\text{U.F.}}$

Enfin, il faut tenir compte de la valeur biologique des matières protéiques. Toutes n'apportent pas les quantités suffisantes d'acides aminés indispensables. Pour multiplier les chances de satisfaire

les besoins, la notion de pluralité des sources d'azote protéidique reste essentielle au point de vue pratique, surtout chez les monogastriques. Les jeunes ont particulièrement besoin de protéides de haute qualité et il est indiqué d'incorporer dans leurs rations des aliments d'origine animale qui varient généralement entre 3% et 6%. On consultera pour le calcul des rations les ouvrages de JARRIGE (1978) et de l'INRA (1984) (cf. tableau 50)

Tables de composition

Des ouvrages spécialisés (Min Coop., 1974; LEHOUEIROU, 1980 a) donnent des tables où l'on trouve la composition des aliments, les taux de matières protéiques digestibles, et la valeur énergétique d'un certain nombre de produits alimentaires tropicaux. On trouvera un exemple de ces tables dans le tableau 51 en ce qui concerne les pailles, fanes et feuilles (Min. Coop., 1974). Pour une même plante, la production peut varier avec les saisons (fig. 17).

Des plantes peuvent perdre certaines de leurs propriétés lorsqu'elles sont culti-

vées hors de leur milieu en particulier. Par exemple, on a essayé au Sénégal de cultiver la Composée *Ambrosia maritima* d'origine égyptienne pour remplacer *A. senegalensis* locale parce que ses propriétés molluscicides sont plus fortes, mais VASSILIADIS *et al.* (1986) ont montré qu'elle perdait ces propriétés lorsque changée de milieu. De la même façon avons-nous constaté que des graines d'*Atriplex Halimus* considérées par PABOT comme très appétibles par les ovins et les caprins en Iran, donnaient au Soudan des plantes qui étaient refusées par ces mêmes animaux, même à jeun depuis longtemps et laissés plusieurs jours devant cette nourriture.

Toxines et produits anti-nutritifs

On s'est trop vite enthousiasmé pour certaines plantes fourragères parce qu'elles donnaient une bonne production de biomasse, sans s'être immédiatement rendu compte que leur absorption par les animaux n'entraînait pas un gain de poids proportionnel aux quantités ingérées. Dans de nombreux cas, comme dans celui de *Gliricidia Sepium*, au moins en Australie et en Asie

Désignation	M.S.	M.P.B.	Cell.	M.G.	E.N.A.	M.M.	Ca	P	M.P.D. g.kg M.S. ⁻¹			Energie		
									Rts	porcs	Vol.	Rts	U.F. porcs	E.M. vol.
Paille de riz	92.3	4.6	38.0	1.2	38.6	17.6	0.19	0.08	10			0.35		
Paille de sorgho	96.4	3.1	44.7	0.7	46.9		0.40	0.10	3			0.32		
Paille de mil (feuilles)	86.2	3.7	40.1	2.0	44.3	9.9	0.55	0.14	4			0.36		
Fanes d'arachides														
*coupées avant arrachage	92.9	14.8	22.8	2.5	47.4	12.5	0.81	0.18	107			0.75		
*récoltées après battage	91.6	8.1	33.1	1.3	49.2	8.3	0.89	0.16	41			0.60		
*stockées sur champ	92.0	6.2	38.2	1.1	46.9	7.7	0.85	0.12	30			0.48		
Fanes de niébé (<i>Vigna sinensis</i>)	91.4	13.6	24.4	3.9	51.7	6.4	0.57	0.12	94			0.80		
Feuilles de dolique	93.9	19.5	17.0	3.4	43.3	16.8	1.28	0.16	152			0.60		
Feuilles de pois d'Angole	85.3	19.2	29.9	2.7	39.9	8.3	0.72	0.17	150	88		0.67	0.23	
Lianes de patate douce	18.1	7.2	32.6	1.7	50.3	8.2	0.06	0.17	17			0.55		
Feuilles de bananier	16.2	14.2	27.8	4.3	51.2	2.5	1.05	0.19	80			0.85		
Feuilles de manioc (vertes)	27.3	15.6	21.5	7.5	49.2	6.2	0.92	0.51	94			0.63		
Feuilles de baobab séchées	91.0	10.5	15.8	2.0	64.2	7.5	1.20	0.44	64	65	78	0.45	0.66	1680

Tableau 51 - Pailles, fanes et feuilles: composition.

Source: Min. Coopération. 1974

du sud-est, on a trouvé que la plante contenait des produits anti-nutritifs qui empêchaient l'assimilation de certains de ses composants. Dans d'autres cas, comme il s'était produit avec les leucaenas, il y a dans la plante une substance toxique dont les premières manifestations peuvent quelquefois être confondues avec celles de produits anti-nutritifs; mais une absorption prolongée, de mimosine dans le cas des leucaenas, entraîne des troubles graves, voire la mort. Il est intéressant de noter que la réaction d'une même catégorie d'animaux à une même plante contenant des produits toxiques ou des produits anti-nutritifs varie considérablement avec la localisation. Ainsi n'a-t-on pas signalé à ce jour de produits anti-nutritifs dans les *Gliricidia* cultivés en Afrique auxquels les animaux africains seraient sensibles. Par contre, ils ne semblent pas aimer cette plante et ne la consomment pas volontiers. Tout se passe comme si des races locales avaient au fil des ans réussi à fabriquer par elles-mêmes les anticorps qui les protègent contre les toxines ou les produits anti-nutritifs. C'est d'ailleurs ainsi qu'on a trouvé que l'inoculation de rumen d'animaux naturellement inoculés était le moyen le plus sûr pour protéger des animaux sensibles.

Par exemple, le sagou *Metroxylon Sagu*, une Arécacée de la forêt amazonienne, pourrait, de son jeune tronc écrasé, servir à alimenter le bétail. L'amidon, de seconde qualité, pourrait servir à nourrir les animaux. Mais le taux élevé d'amylase peut créer des troubles digestifs.

Certains composants inhibiteurs, comme la lignine, les tanins et la silice biogène diminuent la valeur nutritive des fourrages. Les ruminants ne sont pas détournés de consommer les plantes qui contiennent ces composés mais les effets sont plus ou moins marqués suivant qu'il s'agit de brouteurs ou de païsseurs. Les contenus de ces 3 composés dans les fèces et les matières digérées du rumen et du gros intestin distal sont comparés avec le contenu dans le fourrage et mon-

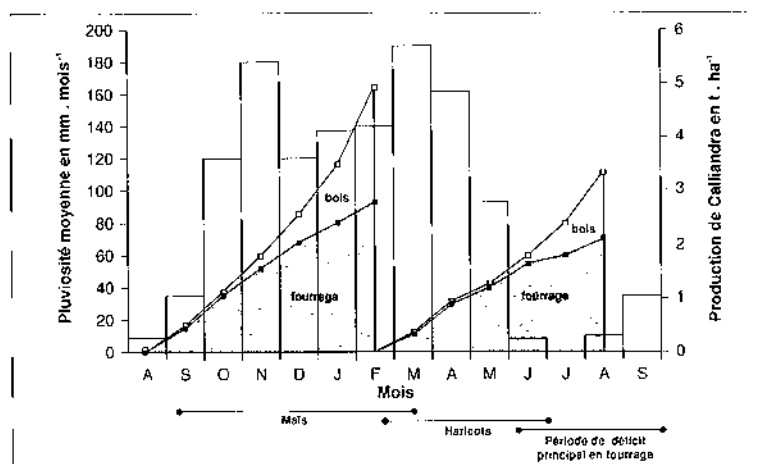


Fig. 17 - Représentation schématique de la production de bois et de fourrage de Calliandra *Calothyrsus* suivant la saison à la Station de recherche de Mashitsi, près de Giteza, au Burundi.

Source: ICRAF, 1995

trient des variations saisonnières et spécifiques dans le comportement pour se nourrir. Lignine et tanins sont des composés polyphénoliques. La lignine est un composant insoluble de la paroi cellulaire qui diminue la digestibilité des carbohydrates. Les tanins sont des polyphénols qui précipitent les protéines et, à forte concentration, diminuent la digestibilité des protéines et des carbohydrates. Bien des plantes de brouit contiennent des tanins condensés insolubles (proanthocyanidines) qui interfèrent avec l'analyse de la lignine et d'autres fractions fibreuses. Des niveaux élevés de lignine et de proanthocyanidines dans le brouit sont associés à de fortes teneurs en fibres de lessives neutres (N.D.F.) et à l'azote insoluble détergent.

Le fait que beaucoup de *Leucaena leucocephala* contiennent de l'acide cyanhydrique a empêché longtemps l'usage fourrager de cette plante. De nos jours, on sait immuniser les animaux contre les effets de HCN (cf. PRESTON et al., 1986) et on a sélectionné des cultivars sans HCN.

Les Graminées contiennent de fortes teneurs en N.D.F. mais, par rapport au

brouit, sont faiblement lignifiées. Le rapport lignine/(L.S./A.D.F.) peut servir à prévoir la digestibilité des fibres. Ce rapport est double dans le brouit par rapport à ce qu'il est dans l'herbe, montrant une faible digestibilité des fibres du brouit.

En général les Graminées n'ont pas de tanins dans les parties végétatives mais *Themeda triandra* est une exception. Le brouit a toujours beaucoup de tanins. Parmi six ruminants kenyans: gazelle de Thomson *Gazella thomsoni*, gazelle de Grant *Gazella granti*, hubale *Alcelaphus bucelaphus cokei*, gnou *Connocheates taurinus*, vache *Bos indicus*, et dromadaire *Camelus dromedarius*, la gazelle de Grant puis celle de Thomson brouitent le plus et ont un rapport L.S./A.D.F. le plus élevé en toutes saisons mais en saison sèche le rapport augmente de 50% pour les gazelles et de 20% pour les autres, ce qui montre le passage au brouit en saison sèche. Le rapport de l'azote dans N.D.F. à l'azote total dans les digesta est le plus élevé chez les gazelles. En saison sèche, plus de 50% de N total est insoluble dans un détergent neutre, ce qui peut venir de la formation de complexes tanins-protéines.

Capacité de charge

Quand la couverture herbacée diminue, ce qui peut être une des conséquences du surpâturage, l'érosion tend à augmenter, et le rendement par tête de bétail diminue tandis que le taux de charge diminue (ABEL *et al.*, 1990). De là, on déduit que si l'on réduit le nombre des animaux, non seulement on conservera le parcours en bon état, mais encore on permettra aux éleveurs de faire de meilleures affaires par une amélioration de la productivité du bétail. En raison de la grande variabilité géographique et biologique des pâturages, si l'on applique un taux de charge uniforme et invariable sur de grandes surfaces, on ne peut éviter d'avoir des surcharges en années sèches et de sous-utiliser au contraire les ressources pastorales en années pluvieuses. Suivant cette "sagesse conventionnelle de la science pastorale" (STRANGE, 1980), certains états ont établi des politiques conservatoires qui sous-chargent les pâturages pour éviter le surpâturage en années sèches (FIELD, 1978). Ceci est obtenu par des ventes importantes de têtes de bétail, de forts prélèvements, ce qui s'accorde bien avec la stratégie de développement de pays comme le Botswana ou le Zimbabwe, qui veulent notamment promouvoir la production de viande de boeuf à partir de leurs terres non privatisées ou non possédées, ce que les Anglo-Saxons appellent terres communes (ABEL *et al.*, *l.c.*). Ces Gouvernements ont admis que la surcharge en bétail entraînait la dégradation des sols, et que la réduction de la charge pouvait améliorer les conditions à moyen et à long terme par une amélioration de la productivité du bétail. On admet que la réduction du nombre des animaux apporte récompense et que si des individus pouvaient s'organiser et se donner une mutuelle assurance, par le biais par exemple d'une institution appropriée, la réduction du nombre des bêtes pourrait devenir rationnelle individuellement aussi bien que collectivement, parce que l'accroissement de productivité fournirait l'incitation né-

cessaire. Les exploitations traditionnelles ne sont pas moins productives que les ranchs expérimentaux, comme RENNIE *et al.* (1977) et HUBBARD (1982) avaient cru le démontrer. En effet, si l'on tient compte du lait pour la consommation humaine et de la force de traction, le système traditionnel devient deux fois plus productif qu'un ranch expérimental. La principale raison est que dans le système traditionnel, on a un taux de charge de 6 ha.U.B.T.⁻¹, c'est-à-dire deux fois plus d'animaux à l'unité de surface que dans des systèmes où l'on pratique une politique conservatoire. On a démontré expérimentalement (APRU, 1980) que lorsque le taux de charge augmente, la production par tête diminue, mais la production par unité de surface augmente, et continue d'augmenter jusqu'à ce qu'on atteigne des taux de charge très denses. Au ranch de Morapedi, dans le S.E. du Botswana, un taux de charge de 4ha.U.B.T.⁻¹ a donné un gain de masse vivante à l'hectare de 15,7 kg.an⁻¹ alors qu'une charge de 8 ha.U.B.T.⁻¹ n'a donné que 12,9 kg.ha⁻¹.an⁻¹.

Comme l'a montré SANDFORD (1983a), le stockage opportuniste donne plus d'extrants sur un certain temps qu'une stratégie conservatoire lorsque la capacité de charge est variable. Plus grande est la variation, et plus net est l'avantage de l'opportunisme sur le conservatisme. Le prix à payer peut être une très forte mortalité pendant les périodes de sécheresse, une faible productivité par animal (mais à la longue une forte productivité par unité de surface), des prix bas à cause de la médiocre qualité des carcasses qui, de plus, conviennent de moins en moins à l'exportation. Un coût possible est aussi la dégradation du sol, plus vraisemblable sous une gestion opportuniste que sous une gestion conservatoire. Un des problèmes qui se posent est d'ailleurs de savoir quand il y a dégradation. On exclut les dégradations réversibles, et on ne prend en compte que les baisses permanentes de production des terres à pâturage. Pour évaluer la production, on tient compte

de différents facteurs; par exemple, on pourra dire que par rapport à un territoire témoin, un sol se dégrade:

- ♦ si les touffes de Graminées mortes ou dépérissantes sont anormalement nombreuses,
- ♦ si les annuelles sont plus abondantes,
- ♦ si le taux d'infiltration des eaux est inférieur,
- ♦ si la production annuelle des herbagages varie davantage entre les années.

Mais le changement des pérennes vers les annuelles peut quelquefois être réversible si des changements des conditions pédologiques ne l'empêchent pas: la réduction de l'infiltration est elle-même réversible, notamment en ce qu'elle dépend pour une large part de la couverture en litière.

Pour conclure leur étude, ABEL *et al.* (1990) ont écrit que:

- ♦ Les deux Gouvernements du Botswana et du Zimbabwe ont tout à fait raison de se soucier du taux de charge sur leurs terrains communaux, étant donné que c'est là le facteur principal de la productivité secondaire. Cependant, ils ont tort de supposer que la réduction des animaux amènera à court et à moyen terme des extrants animaux plus importants. A long terme, ils sont dans le vrai, si l'on tient compte que les pertes en sols et par là la détérioration vont augmenter avec l'augmentation du nombre des animaux.
- ♦ La réduction des animaux serait un coût très lourd à porter pour les familles d'éleveurs. La quantité de bénéfices que cela apporterait en termes de réduction dans le taux des pertes en sols dépend du niveau actuel de la couverture herbacée; plus grande elle est, plus réduite sera la réduction de l'érosion résultant d'un déstockage.
- ♦ La dégradation des terres à pâturage est un processus continu qui ne commence pas ou ne cesse pas de part et d'autre d'un certain équilibre. Les preneurs de décision devraient en te-

nir compte pour établir une balance équitable entre les intérêts des générations présentes et ceux des générations futures.

- ◆ Les terres à pâturage sont par essence instables parce qu'elles suivent l'évolution des précipitations. Leur gestion doit s'adapter à ces variations, et non pas essayer l'impossible exploit de les contrôler.
- ◆ Les terres à pâturage sont instables, elles sont aussi intrinsèquement résilientes, comparées avec des écosystèmes plus stables. La dégradation apparaît quand les terres à pâturage sont perturbées au-delà de leur capacité à récupérer. La résilience varie avec le type de terres.
- ◆ Les terres à pâturage ne peuvent jamais être assez grandes pour s'auto-suffire à long terme, et il est difficile d'inclure dans un territoire toutes les ressources en fourrage qualitativement nécessaires.
- ◆ Bien que leur travail vise à fournir des soutiens techniques à la promotion de systèmes de pâturage pour des terres communales, les ressources de celles-ci ne suivent pas les lignes de clôture, et la démarcation le plus souvent arbitraire des parcelles est propre à réduire la capacité des animaux à trouver la satisfaction de leurs besoins nutritionnels.
- ◆ L'érodibilité des terres à pâturage varie grandement, et il y a lieu d'en tenir compte.

A la suite des recommandations de SANDFORD (1977) d'adopter une stratégie de poursuite ("tracking strategy"). ABEL *et al.* (*l.c.*) ont proposé de faire varier le nombre des animaux avec la capacité de charge. Ces auteurs ont proposé notamment:

- ◆ l'établissement de territoires aménagés où l'on paierait une taxe de pâturage inversement proportionnelle à la pluviosité de la saison précédente;
- ◆ des prix de marché subventionnés, également inversement proportionnels à la pluviosité de la précédente saison, de façon à payer des prix

élevés lorsque l'année aura été peu pluvieuse;

- ◆ des facilités d'abattage, d'acheminement aux abattoirs et de commercialisation très améliorées, qui permettent un déstockage rapide en cas de besoin;
 - ◆ des programmes d'assurance contre la sécheresse;
 - ◆ des programmes de reconstitution rapide des effectifs, tels que des tracteurs pour ensemercer les sols, des taureaux sélectionnés, et des chèvres, qui permettent de reconstituer rapidement un troupeau.
- Les avantages d'un tel programme seraient de réduire les difficultés de la vie des éleveurs pendant les saisons difficiles, et d'accélérer la reprise d'une économie plus satisfaisante pour eux dès la période de sécheresse terminée. La conservation des terres à pâturage serait mieux assurée également.

SANDFORD (1983 b) a montré que la stratégie des éleveurs de ne pas limiter la charge aux conditions de la période de sécheresse évite de perdre des occasions de profit dans les bonnes années. On peut traduire ces opportunités en "coût du conservatisme de la sous-charge". La grandeur relative de ces coûts dépend du degré d'acceptation du risque ou de l'aversion à choisir le niveau conservatif de capacité de charge. Le pourcentage de perte d'extrants d'un élevage fait plus que doubler lorsque la variation de la pluviosité augmente de 20% à 50%, passant de 17% à 42% pour un nombre de risques évalué à 10, et de 33% à 82% pour un nombre de risques évalué à 50.

Les associations à "paraisos" du Paraguay

Une association forestière à base de "paraiso" (*Melia Azedarach* var. "Gigante") qu'ont étudiée EVANS *et al.* (1984) devient populaire au Paraguay. L'une des deux formes principales en est une asso-

ciation avec l'herbe à maté, *Ilex paraguarensis*, et le bananier, et l'autre un système agrisylvipastoral. Dans le dernier système, le "paraiso" est planté à 3 x 6 m entre les rangs, et à 2 m de distance de lignes de *Leucaena leucocephala* (variétés K 67, K 28, et Cunningham), et de "timbo", *Enterolobium contortisiliquum*. Pendant les toutes premières années, on cultive entre les ligneux des haricots, du maïs et de la luzerne mélangés, puis des espèces tolérant l'ombre comme le bananier, le manioc, puis, à partir de la quatrième année, de l'herbe, sur laquelle on entretient des bovins avec une charge de 2 têtes.ha⁻¹. Après la quinzième année, on coupe les "paraisos", qui auront donné quelques 176 m³.ha⁻¹ de grumes de sciage, et l'*E. contortisiliquum* devient l'espèce principale. Les avantages du système sont d'améliorer le sol:

- ◆ en augmentant la M.O. du sol par la chute des feuilles et la décomposition des racines;
- ◆ en ajoutant de l'azote par les ligneux fixateurs d'azote;
- ◆ en aérant le sol en profondeur par les racines des ligneux;
- ◆ en permettant une remontée des éléments nutritifs par les racines des ligneux, qui s'enfoncent dans le sol plus profondément que celles des annuelles;
- ◆ en protégeant de l'érosion et des pertes de fertilité par une couverture permanente du sol.

Aussi utilise-t-on ce système pour restaurer les sols épuisés: après quelques années, on constate une plus grande porosité du sol et une plus grande quantité d'humus. Les essais de restauration des sols suivant les mêmes méthodes mais sans utilisation du *Melia Azedarach* ne donnent pas de bons résultats. L'évaluation de la charge de 2 bêtes.ha⁻¹ n'est valable qu'en début du cycle pastoral: au fur et à mesure que grandissent les "paraisos", la charge diminue et doit tomber vers la quinzième année à 1-1,5 bête.ha⁻¹.

Interactions ligneux / herbes

L'arbre est souvent considéré comme un ennemi sur les terres à pâturage, sous le prétexte qu'il concurrencerait systématiquement l'herbe. Cette conception remonte en grande partie aux idées de CLEMENTS (1920) et de ceux qui ont étudié le problème de la concurrence entre herbe et ligneux dans les Grandes Plaines des U.S.A. (WEAVER *et al.*, 1938; DYKSTERHUIS, 1949), et qui ont généralisé sans esprit critique leurs observations. Un grand nombre de "ranchers" ont ainsi adopté une mentalité destructrice systématique à l'endroit des arbres, des arbustes et des arbrisseaux, qu'il leur était d'autant plus naturel d'adopter que ces écologues des terres à pâturage se donnaient une attitude paternaliste et supérieure à l'égard des éleveurs, se présentant un peu comme les seuls qui "savaient" et appuyant leurs arguments de subventions gouvernementales pour inciter au "nettoyage" des terres à pâturage. La quasi absence à l'époque aux U.S.A. d'un corps de forestiers de formation scientifique eut pour conséquence que personne ne songea à défendre les ligneux. Tous les végétaux ligneux étaient considérés comme des "envahissants", et non comme des éléments climaciques des écosystèmes. Une philosophie semblable régnait en Australie, où l'on considérait aussi que la meilleure façon d'améliorer un pâturage était de commencer par en éliminer les ligneux, bien que le "mulga" (*Racosperma aneurum*) soit tout de même reconnu comme une ressource fourragère appréciable.

En partie sous l'influence de travaux d'écologues, de pastoralistes, de sociologues et de géographes francophones (Michel BAUMER, Gabriel BOUDET, Abdelkader DIALLO, Raymond DUGRAND, Hubert GILLET, Jean-Paul HARROY, Henri Noël LE HOUEROU, Gilbert LONG, Michel THIAULT, etc.), et anglophones (Peter DE LEEUW, Neville et Rada DYSON-HUDSON, Michael HARRISON, J.K.

JACKSON, S. SANDFORD, W. SANDFORD, Jérémy SWIFT, etc.), sous celle du Groupe des pâturages et des cultures fourragères de la F.A.O., et sous celle de la Division des ressources forestières de cette même organisation, on a commencé à prendre conscience il y a une trentaine d'années de ce qu'il y avait d'erroné dans ces concepts. Qu'il soit remarqué en passant que cette attitude commune à deux unités distinctes et de deux Départements différents de la grande institution internationale qu'est la F.A.O. préfigurait la position interdisciplinaire qui est devenue notamment celle de l'agroforesterie. Désormais bien des efforts sont faits pour mieux comprendre le rôle des ligneux dans les groupements végétaux et on n'aide plus au soit-disant "rétablissement" d'associations herbacées climaciques débarrassées de ligneux (RECHENTHIN *et al.*, 1964); ces efforts étaient d'ailleurs constamment gênés par la "ré-invasion" des parcours par des ligneux, souvent par des espèces ligneuses de plus en plus résistantes à leur élimination. Ni l'écologie, ni l'économie ne permettent plus de soutenir qu'il faille éliminer les ligneux, sauf dans des cas particuliers, comme peut-être encore dans l'économie australienne. On en est même arrivé à soutenir des thèses tout à fait opposées à celles qui faisaient encore fureur il y a trente ans seulement: ainsi JACOBY (1985) recommande-t-il qu'au lieu d'éliminer le "mesquite", *Prosopis juliflora*, considéré longtemps par les éleveurs comme l'ennemi public n° 1, on cherche à l'utiliser rationnellement dans les aménagements, et il souligne qu'il peut servir d'abri aux animaux, mais aussi qu'il peut contribuer au maintien de la fertilité du sol et à l'esthétique du paysage. "La présence de "mesquite" sous forme d'arbres et de fourrés devrait accroître la stabilité écologique, permettre au bétail de se mettre à l'ombre en été, et assurer une meilleure protection en hiver. Une plus grande diversité de la végétation devrait faciliter le repeuplement en gibier, qui pourrait devenir une source de revenus pour les agriculteurs.

Quant au paysage ainsi créé, il serait plus plaisant à l'oeil".

Dans des peuplements de *Gleditsia triacanthos* variété Millwood faits par l'Institut polytechnique de Virginie pour l'Autorité de la vallée de la Tennessee, on a utilisé concurremment l'ombre des arbres et la fertilisation pour étudier la croissance de l'herbe (ZARGER *et al.*, 1961). Moins de fourrage était produit sur les parcelles ombragées. Mais on peut compenser par la fertilisation les effets ici négatifs qu'avait l'ombre sur l'herbe. La production a varié beaucoup d'une année à l'autre et d'une coupe à une autre.

On considère encore généralement que la présence des ligneux est nuisible à la présence de l'herbe, et la coutume consistant à éliminer les ligneux des pâturages reste très répandue; on utilise toutes sortes de méthodes à cette fin, comme le feu, les produits chimiques, les arrachages répétés, etc. Pour augmenter l'herbe disponible, les éleveurs enlèvent systématiquement les arbres, arbustes et arbrisseaux, comme le signale BEALE (1973) pour l'Australie. Dans les régions tropicales humides, le désir de détruire les ligneux est augmenté de la satisfaction de supprimer les sites favorables à la tsé-tsé que sont les buissons. On fait de gros efforts pour lutter contre l'invasion par des buissons (PRAET, 1964, 1966 a et b, 1971; PRAET *et al.*, 1971; HODGKINSON, 1979). Des études (TUNSTALL, *et al.*, 1981 b; WALKER *et al.*, 1972) indiquent que la quantité d'herbe au sol est d'autant plus grande que le couvert des arbres diminue, et affirment même qu'il faut enlever tous les arbres pour obtenir le maximum d'herbe. La compétition pour l'eau se fait par les racines: comme les racines de certains arbres peuvent s'étendre bien au-delà de leur couvert, par exemple jusqu'à six fois son diamètre pour *Burkea africana* (RUTHERFORD, 1982 a et b), l'enlèvement des plus gros individus est supposé augmenter le plus les ressources disponibles pour le tapis herbacé. La compétition la plus importante

entre les ligneux et l'herbe semble se situer au niveau de l'eau: la recharge du sol en eau se fait plus complètement quand il n'y a pas d'arbres; lorsque le sol est sans arbres, il reste plus longtemps humide, mais en période de sécheresse, les réserves en eau du sol s'épuisent plus vite lorsqu'il y a des arbres que lorsqu'il n'y en a pas. En revanche, on peut interpréter les mêmes phénomènes en disant que les arbres sont mieux à même, surtout si leur enracinement est profond, d'exploiter l'humidité des couches du sol profondes et de résister à des périodes de sécheresse que ne le fait la végétation herbacée; cependant, en Australie, il semble que l'exploitation de couches profondes du sol par les arbres ne soit pas aussi nette qu'en Afrique, parce que beaucoup de sols, comme les sols rouges, sont généralement moins profonds, ou parce qu'ils possèdent une couche imperméable de texture différente ou avec des sels très solubles (McCOWN *et al.*, 1976; TUNSTALL *et al.*, 1981 a).

Dans les forêts de pins du sud des États unis d'Amérique, pour réduire les dommages du bétail à la forêt de "slash pine" *Pinus Elliottii* on prescrivait des feux d'hiver en rotation, la nourriture supplémentaire du bétail dans des points stratégiques, et le contrôle de l'intensité du pâturage. Un pâturage fort ($\geq 60\%$ du fourrage) réduirait de 15% à 20% les jeunes pins dans les plantations de *P. Elliottii*, de "shortleaf pine" *P. echinata* et de "loblolly pine" *P. taeda*; ceux-ci sont broutés à 3 ou 4 cm du sol par les lapins, mais survivent et poussent aussi bien que les plants non broutés. Sous les pins, le fourrage diminue quand les pins grandissent; à 13-17 ans "longleaf" et "slash pine" donnent environ 17 kg de fourrage vert par ha pour chaque pied carré (9, 2903 dm²) de surface terrière de base. A 35-40 ans, le "longleaf pine" ne produit plus que la moitié.

Les arbres interceptent jusqu'à 18 % des précipitations qui tombent sur leur feuillage surtout si elles sont peu intenses (AUSSENAC, 1968; TUNSTALL *et al.*,

Pays et pluviosité	Nombre d'arbres par hectare	Production épigée	
		ligneux	herbacées
Sénégal, 300 mm	80	200	900
	150	700	3 700
Burkina Faso, 400 mm	36	non disponible	1 200
Ethiopie, 550 mm	800	éval. 2 400	2 700
	1 600	éval. 6 400	2 300
Côte d'Ivoire, 1300 mm	0	0	11 900
	120	7 700	12 000
	160	22 600	12 700
	300	34 300	16 100
	850	58 200	14 500

Tableau 52 - Production (kgM.S.ha⁻¹) de la strate ligneuse et de la strate herbacée d'une savane arborée en liaison avec la pluviosité.

Source: BILLE, 1985, d'après LAMOTTE (1981), PIOT (1983), et BILLE (1983)

1975; PREBBLE *et al.*, 1980). Aussi, MOTT *et al.* (1985) en concluent que cela s'ajoute à l'augmentation du ruissellement sous le houppier dû à la rareté de la couverture herbacée, et réduit l'infiltration de l'eau; des conclusions opposées sont obtenues par BELSKY *et al.* (1989) pour l'Afrique de l'est, qui correspondent mieux aux résultats de nos propres observations au Soudan, en Inde et en Afrique de l'ouest.

Comme les Graminées des savanes sont photosynthétiquement actives sous de forts déficits en eau, elles épuisent rapidement l'eau à leur disposition et sèchent en formant une couronne dormante. Au contraire, les arbres sont peu actifs en période de sécheresse, et ils contrôlent efficacement leurs pertes en eau par réduction de l'ouverture de leurs stomates. Ces stratégies sont évidentes lorsque surviennent de fortes sécheresses.

Il peut exister une compétition par allélopathie. Ainsi des cercles autour de petits peuplements de certaines espèces au Vénézuéla. Les inhibiteurs allélopathiques peuvent être volatils, comme ceux produits par *Eucalyptus globulus* (BAKER, 1978).

Autour des bosquets de *Brachystegia spiciformis* de la partie méridionale du "miombo", existe une auréole où l'herbe pousse mal, ce qui pourrait être causé par un phénomène d'allélopathie. La complexité de ces phénomènes peut être très grande. Dans des travaux faits à Taïwan, CHOU *et al.* (1987) ont montré que la litière du sapin chinois, *Cunninghamia lanceolata*, n'avait pas d'action sur la croissance de ses propres plantules, des mauvaises herbes ou de *Pennisetum clandestinum*, l'herbe des Kikuyu, mais que cette dernière réduisait considérablement les mauvaises herbes sans nuire à la croissance des plantules de *Cunninghamia*.

Le tableau 52 (BILLE, 1985) rassemble quelques données comparées de la production ligneuse et de la production herbacée. Il montre que la production herbacée augmente avec le nombre d'arbres jusqu'à une certaine limite, puis lorsque la compétition devient importante entre les arbres et l'herbe, celle-ci diminue et va jusqu'à disparaître; ces résultats sont particulièrement importants et commandent pour une large part le devenir des associations entre ligneux et plantes herbacées dans les groupements à pâturage, aussi conviendrait-il qu'ils soient repris et confirmés par da-

vantage de données recueillies dans des milieux différents.

Dans une étude sur les savanes à sols arides calcaires du sud du Kenya, on a montré que la production d'herbe était trois fois plus forte sous l'arbuste *Serico-cocomopsis pallida* qu'en plein découvert. La comparaison des propriétés physico-chimiques du sol a mis en évidence un niveau d'éléments nutritifs bien plus élevé dans les sols sous couvert que dans ceux à découvert, et des propriétés complètement différentes de celles des sols enrichis avec des excréments animaux.

Les rapports entre la production herbacée et la production ligneuse sont très variables. Il y a quelquefois un effet défavorable de l'herbe sur la production des ligneux. Au-delà d'un certain seuil, très variable d'un milieu à un autre, la densité des ligneux affecte beaucoup la composition, la biomasse et la productivité du tapis herbacé. Pour WALTER (1964), en l'absence de bétail, l'herbe domine dans les zones où $P < 500$ mm; s'il y a pâturage, les herbes disparaissent au profit des ligneux qui disposent d'une plus grande quantité d'eau dans le sol. Si la biomasse herbacée est en général plus forte dans les zones découvertes, la production journalière y est, par contre, inférieure: $0,7 \text{ g.m}^{-2}$ en zone ouverte mais $0,8 \text{ g.m}^{-2}$ sous couvert arboré. La production des organes souterrains des herbes serait plus forte dans les zones faiblement arborescentes, tout se passant en fait comme si la pénétration des racines dans le sol était facilitée par la présence des racines des ligneux.

BARNES (1972, 1973) a montré qu'en période de sécheresse, les ligneux sont moins forts dans les zones découvertes où les variations saisonnières de la production herbacée sont atténuées. Il a avancé que la destruction des ligneux pouvait multiplier la croissance de l'herbe jusqu'à quatre fois. Par contre, dans les zones faiblement arborées du Zimbabwe, la biomasse herbacée est de 50% supérieure sous les arbres à ce

qu'elle est en zone découverte. Dans les zones arides et hyper-arides du Désert de Sonoran, sur une végétation pérenne à *Ambrosia deltoidea* et *Larrea tridentata*, l'ombrage artificiel, tel que celui de capteurs solaires, entraîne:

- une plus grande densité des plantes herbacées;
- un taux d'infiltration plus élevé;
- une baisse de la température du sol;
- une plus grande humidité du sol;
- une augmentation de la matière organique et des éléments nutritifs.

Une synthèse de l'impact du climat et du microclimat sur la production ligneuse a été présentée par AUSSENAC (1973).

Sous les arbres, le sol contient des taux élevés en M.O. et en matières minérales; l'horizon supérieur est plus riche et les températures maximales plus basses, aussi la germination est-elle favorisée et beaucoup d'espèces herbacées survivent mieux qu'en plein découvert.

Dans les peuplements d'*Acacia Senegal*, POUPON (1977) a montré les relations entre hauteur, diamètre et nombre de cornes et il a relié ces paramètres aux biomasses épigées et hypogées. En 1973, la production de matériel caduc y était au Sénégal de $5,6 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$ (3,8 kg de feuilles et 1,8 kg de fruit). Il a également dégagé un certain nombre de processus de croissance en fonction de l'âge des individus.

L'*Acacia Senegal* possède vers 20 à 40 ans un maximum d'efficacité en produisant $5,12 \text{ g M.S.g}^{-1}$ de feuilles. Cette activité dure parfois jusque vers 50 ans. Le maximum d'accroissement annuel de la biomasse ligneuse coïncide avec le maximum de production foliaire. Au-delà, seules les parties souterraines continuent à croître notablement. D'une façon générale, la variabilité des résultats (25 à $500 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$ de pousses d'*Acacia*, et 60 à $300 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$ de feuilles) témoigne des lacunes dans nos connaissances. Il y a subordination de la production au climat, et de nombreuses variations spécifiques et in-

dividuelles empêchent cependant de généraliser.

Pour les zones sèches, au Brésil, dans l'Etat de Pernambuco (800 mm.an^{-1}), en formations relictuelles caducifoliées xérophiles, le volume des espèces ligneuses varie de $7,6$ à $14,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, formant une biomasse voisine de $5 \text{ t M.S.ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$, plus forte qu'on attendrait d'une catena mal approvisionnée en eau.

Pour les zones humides, la production potentielle ligneuse des savanes de la zone soudano-guinéenne a été estimée entre $0,2$ et $1,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$.

Au Nigéria, dans une savane préforestière avec 1200 mm de précipitations annuelles, la chute des feuilles atteint $0,9 \text{ t.ha}^{-1}$, ce qui correspondrait à une production annuelle d'environ $1,2 \text{ t.ha}^{-1}$. La croissance radiale est plus tardive que la croissance en hauteur et elle est très faible, le maximum observé étant cependant de $0,3$ mm par jour d'augmentation de la circonférence; la moyenne annuelle est très variable et ne dépasse qu'exceptionnellement le centimètre.

En Côte d'Ivoire, CESAR *et al.* (1974), dans des savanes comparables à celles étudiées au Nigéria, ont trouvé que l'augmentation moyenne annuelle de la circonférence des troncs est comprise entre $0,5$ et $0,9$ cm sauf pour *Cussonia Barteri* où elle peut atteindre $2,5$ cm. Le faible poids des feuilles, qui ne représentent que 2 à 5% de la biomasse totale fournit un accroissement annuel de la biomasse épigée et hypogée de l'ordre de 1,5%. MENAUT (1977) a montré que les racines d'une savane peuvent représenter $14,3 \text{ t.ha}^{-1}$ et les feuilles $1,7 \text{ t.ha}^{-1}$; la production de feuilles et de pousses de l'année est de l'ordre de $2,3 \text{ t.ha}^{-1}$.

Au Karakum (Turkmenistan), ALIM-ZHANOV (1967) a montré que la productivité des pâturages naturels est faible et varie de 50 à $500 \text{ kg M.V.ha}^{-1} \text{ an}^{-1}$ en fonction de la pluviosité, mais qu'elle

est très facilement doublée ou triplée par le semis de ligneux bas comme *Salsola rigida* ou *Eurotia eversmanniana*. En ajoutant *Aellenia subaphylla*, *Artemisia turanica* et *Kochia prostrata*, la production varie de 420 à 1100 kg M.V.ha⁻¹ suivant la pluviosité; en seconde année, on pratique un sursemis de Graminées comme *Poa bulbosa*, *Eremopyrum distans*, *E. Buonaparti*, qui augmente encore la production. Dans les pâturages semi-désertiques où l'on introduit *Camphorosma monspeliacum*, DUDAR' *et al.* (1968) ont mesuré, grâce à ces buissons qui atteignent 50cm de hauteur, une production pouvant atteindre 5 t.M.V.ha⁻¹ en première année et 15 à 20 t.M.V.ha⁻¹ en seconde année, avec un taux de protéines brutes atteignant:

- 17,5% en été et 12,1% en hiver en 1ère année,
- 14,1% en été et 12,6% en hiver en 2ème année.

Dans d'autres essais au Karakum, MUKHAMMEDOV (1974) accroît la production des terres à pâturage en les enrichissant avec *Haloxylon persicum*, *H. aphyllum*, *Salsola Richteri*, *Aellenia subaphylla* et *Ephedra strobilacea*, qui atteignant 1m à 1,50m de hauteur en 5 à 7 ans, doublent la matière verte en 10 ans, ce qui correspond à un triplement du fourrage mis à la disposition des animaux.

IBNAFTYA (1984) signale qu'au Maroc, dans les suberaies et sous un peuplement de genêt *Genista linifolia* de 1,5 à 3 m de hauteur, on a une couverture herbacée deux fois plus importante qu'en l'absence de genêts, et ceci quelque soit le couvert des chênes liège. Sur sols sableux pauvres, la densité de l'herbe diminue quand le couvert devient plus clair, passant de 630 à 220 kg.ha⁻¹. Le même auteur a trouvé par ailleurs que sous couvert dense de chêne liège, l'herbe avait un contenu plus riche en protéines, en graisses et en eau, alors que son contenu en fibres brutes diminuait.

Dans une étude faite au Transvaal septentrional, dans la Réserve de nature

provinciale de Nylsvley, KNOOP *et al.* (1984) ont examiné les rapports entre les ligneux et la couche herbacée de la végétation. Dans un climat chaud de pseudo-steppe sèche à pluies d'été, la température est comprise entre moins de zéro et 40°C. et les précipitations annuelles sont en moyenne de 630 mm avec 87% tombant pendant les mois d'été, d'octobre à mars. Deux communautés ont été étudiées, l'une est une savane à arbres à grandes feuilles sur sol sableux infertile; y dominent *Burkea africana*, *Ochna pulchra* et *Terminalia sericea*. Les arbres mesurent une quinzaine de mètres et leur couvert recouvre environ 35% du sol; la biomasse des feuilles des ligneux est de l'ordre de 750 kg.ha⁻¹ et la biomasse totale des ligneux de 12 650 kg.ha⁻¹. La couche herbacée ne dépasse pas 690 kg.ha⁻¹ et *Eragrostis pallens* domine entre les houppiers et *Digitaria eriantha* ailleurs, sous les houppiers. L'autre communauté est une savane plus fertile à *Acacia tortilis* et *A. nilotica* sur un tapis herbacé de *Cenchrus ciliaris*. Les ligneux culminent vers 10 m de haut et recouvrent environ 10% du sol, la biomasse herbacée est de 4800 kg.ha⁻¹, sept fois plus que dans la première communauté. Le site est moins sableux que le précédent. Dans le site à *Burkea*, les 10 cm superficiels du sol contiennent une forte densité de racines de plantes herbacées, tandis que la couche enrichie en racines herbacées atteint 30 cm dans la communauté à acacias. Au contraire de ce qui se passe dans les modèles étudiés par WALTER (1971) et par WALKER *et al.* (1982), les herbes n'ont pas accès ici à l'eau profonde, dans aucun des sites. Dans la communauté à *Burkea*, les densités maximales de racines de ligneux se trouvent sous la zone de densité maximale des racines des plantes herbacées. Une distribution relative semblable avec la plus forte densité de racines d'herbacées dans les 20 cm supérieurs avait été trouvée par ailleurs, et la masse des racines des ligneux située en-dessous. Dans la communauté à acacias, la distribution des racines des ligneux est très régulière.

Le rapport de l'humidité du sol de surface à celle du sol profond, en plaçant la limite entre ces deux catégories à 30 cm est de 1:3 dans le site à *Burkea*, et de 1:1 dans le site à *Acacia*. Dans la communauté à *Burkea*, la compétition des herbes n'est pas un obstacle à la germination des graines des ligneux; il n'en est pas de même dans la communauté à *Acacia*, où l'on trouve bien des graines ayant germé dans la sous-parcelle entièrement dégagée de végétation herbacée alors qu'on n'en trouve aucune dans la sous-parcelle témoin. Même si seulement la moitié de ces semis survivaient, le couvert serait complet en 5 à 10 ans seulement. L'ombre qui en résulterait réduirait l'évaporation et l'accumulation de la lièze accroîtrait l'infiltration. Les taux qui en résulteraient des rapports entre l'humidité de surface et l'humidité en profondeur s'abaisseraient et il serait alors possible de voir une plus forte proportion de ligneux qu'auparavant, quand une couche de végétation herbacée était présente. Dans le site à *Burkea*, la couche herbacée a peu d'influence sur les concentrations du sol en azote et en inorganiques. Par contraste, les résultats montrent que plus la couche herbacée est importante dans le site à acacias, plus les flux d'azote y sont contrôlés. L'herbe existe dans la communauté à *Burkea* à cause de sa réaction plus rapide à des périodes humides et parce que les racines des ligneux n'occupent pas complètement le sol. Où la capacité de rétention d'eau du sol est relativement élevée, comme dans la communauté à acacias, la couche herbacée peut avoir une importance telle qu'elle a une influence importante sur:

- la distribution de l'eau dans le sol;
- la croissance des plantes ligneuses matures;
- l'installation de semis ligneux.

Ces effets sont tempérés par les variations de la pluviosité annuelle. La variation du taux des éléments nutritifs entre le sol superficiel et le sol profond peut être importante en ce qui concerne la détermination de l'équilibre entre espèces herbacées et espèces ligneuses,

%	Placette 1		Placette 2		Placette 3	
	A	B	A	B	A	B
Recouvrement total de la végét. des strates basses	22,5	16,0	22	13,5	30,5	21,5
Recouvrement total des Graminées et carex	9,0	6,5	4	1,5	10,0	3,5
Recouvrement des autres espèces	14,0	11,0	19	12,0	21,0	18,5

Tableau 53 - Effet de traitements divers sur la strate basse d'un taillis de chêne vert.

N.B. - A = 7 août 1985, B = 26 juin 1986

Source: THIAULT *et al.*, 1987

parce que les sols à grande capacité de rétention sont ceux-là même qui ont de fortes concentrations en éléments nutritifs: il est donc très difficile de séparer ces deux propriétés. En fin de compte, WALKER *et al.* (1982) estiment qu'il est peut-être plus simple pour la gestion et le modelage, de reconnaître l'inséparabilité des deux catégories d'espèces, et en l'absence de données fournissant un meilleur choix, d'utiliser la capacité de rétention en eau des sols et les rapports de l'eau de surface à l'eau profonde pour prédire les quantités équilibrées des deux composants de la végétation.

A Saint Jean de Buège, dans des taillis de chêne vert de l'Hérault (France), l'Institut des aménagements régionaux et de l'environnement (I.A.R.E.) a mis en place en 1985 une expérimentation visant à associer une utilisation sylvicole des taillis inexploités depuis une quarantaine d'années à une utilisation pastorale. Phytosociologiquement, on distinguait trois strates:

- une strate ligneuse de plus de 2 m, essentiellement composée de chêne vert, *Quercus Ilex*, avec de rares chênes blancs, *Q. pubescens*, des sorbiers *Sorbus domestica*, ou de grands génévriers, *Juniperus Oxycedrus*; la hauteur moyenne est de 6 m et le couvert est proche de 100%;
- une strate ligneuse basse très embroussaillée avec du buis, *Buxus sempervirens*, du pistachier térébinthe, *Pistacia Terebinthus*, et aussi

du génévrier *Juniperus Oxycedrus*, du phyllaria, *Phyllirea media*, de la salsepareille, *Smilax aspera*, et du fragon petit-houx, *Ruscus aculeatus*; une strate herbacée peu dense, couvrant à peine 10%, avec des espèces caractéristiques du sous-bois de chêne vert: carex, *Carex halleriana*, brachypodes, *Brachypodium ramosum* et *B. pinnatum*, et fétuque ovine, *Festuca ovina*.

Du point de vue pastoral, on éclaircit le taillis pour permettre un meilleur recouvrement des herbacées, mais en conservant la ressource pastorale d'été fournie par les ligneux. Du point de vue sylvicole, l'éclaircie doit être prudente, pour éviter une descente de cimes et un développement des broussailles qui favoriseraient un incendie. On crée donc trois placettes:

- une placette où l'on pratique l'enlèvement des dominés et d'une partie des dominants, représentant 68% du nombre des tiges initial et ramenant le couvert de 100% environ à 70%; on débroussaille la strate ligneuse basse;
- une placette où l'on ne pratique que ce débroussaillement de la strate ligneuse basse;
- une placette témoin n° 3.

On mesure dès lors la végétation herbacée jusqu'à 40 cm de haut par la méthode des points-quadrat. Par ailleurs, on mesure aussi la végétation ligneuse

avec la même méthode et une aiguille de 2 m graduée. Cette méthode permet d'estimer le recouvrement des différentes espèces ligneuses présentes dans la strate 0-2 m et, d'autre part, de calculer un indice d'encombrement de la végétation ligneuse. Pour les trois placettes, les résultats de la végétation herbacée sont donnés dans le tableau 53.

La végétation ligneuse basse indique qu'il y a environ 50 à 60% de buis et 20 à 25% de chêne vert, pour 15 à 30% d'autres espèces (*Rubia peregrina*, *Juniperus Oxycedrus*, *Phillyrea media*). Les mesures de recouvrement de la strate ligneuse basse indiquent le 8 août 1985 des pourcentages de 57%, 48% et 64% pour les placettes 1, 2 et 3 respectivement; ces pourcentages passent à 10% et 12% le 14 novembre 1985 dans les placettes 1 et 2 qui ont subi un débroussaillage et à 60% dans la placette 3; le 28 août 1986, ils passent à 12%, 19% et 57%.

Il y a reprise du recouvrement ligneux après le débroussaillage. Cette reprise est marquée dans la placette où l'intervention de débroussaillage a porté sur la strate ligneuse basse. En conclusion, il n'est ni facile ni économique de modifier les peuplements de garrigue, qui sont proches d'un état de stabilité marquée; peut-être la meilleure solution pour le propriétaire serait-elle d'essayer d'y faire pousser des truffes, comme celles sélectionnées par l'INRA (1990)!

Dans l'Etat indien du Tamil Nadu, il existe un intéressant système agrisylvipastoral à base d'*Acacia leucophloea*, qui couvre plus de 100 000 ha des régions sèches des districts de Coimbatore et de Periyar, où la pluviosité est de l'ordre de 600 mm par an (JAMBULINGHAM *et al.*, 1986). Cette espèce se régénère abondamment quand les terres sont labourées après les toutes premières pluies. Les paysans protègent les jeunes plants et sèment des cultures alimentaires comme le mil *Pennisetum glaucum* et, la dolique asperge *Dolichos*

avec des arbres de 16 mois	B.N. 2	N.B. 21
sans couvert	12,50	16,87
sous <i>Eucalyptus tereticornis</i>	12,62	13,50
sous <i>Leucaena leucocephala</i>	16,57	9,87
sous <i>Casuarina equisetifolia</i>	40,25	38,06
avec des arbres de 20 mois		
sans couvert	18,03	20,50
sous <i>Eucalyptus tereticornis</i>	14,00	9,76
sous <i>Leucaena leucocephala</i>	17,37	9,10
sous <i>Casuarina equisetifolia</i>	22,00	20,12

Tableau 54 - Production de sorgho fourrager en t.ha⁻¹.an⁻¹ de M.V.

Source: SESHADRI, 1976

uniflorus. Si les pluies s'interrompent précocement, ces cultures seront utilisées comme fourrages.

A la fin de la première année, il subsiste un millier de semis par hectare. Ce nombre est vite réduit à 500-800 arbres.ha⁻¹, et, à la fin de la troisième année, les jeunes arbres ont de 1,0 à 1,5 m de hauteur, et les agriculteurs continuent de sarcler le sol autour d'eux pour semer. Vers l'âge de dix ans, quand les arbres ont une dizaine de mètres de hauteur et un diamètre de l'ordre de 20 cm, on éclaircit à 60-100 arbres.ha⁻¹ pour permettre à la lumière d'atteindre les cultures. On a mesuré un accroissement de 20 à 25% de la M.S. et de la hauteur de sorgho fourrager croissant entre les arbres par rapport à d'autres poussant en-dehors du couvert (SESHADRI, 1976). Vers 15 à 20 ans, on ne laisse que 25 à 60 arbres par hectare, qui produisent 100 kg.ha⁻¹.an⁻¹ de gousses d'excellente qualité, riches en protéines, qu'apprécient beaucoup les bovins "Kangayam", résistants à la sécheresse.

Dans les conditions du Tamil Nadu, sous la canopée d'*Acacia leucophloea*, des sorghos fourragers ont une croissance en hauteur plus élevée de 10 % qu'à découvert, et une production de biomasse plus élevée de 6,9 %. Pareillement, des sorghos à grains C.S.H. 1 ont une production de 18,83 t.ha⁻¹ sous *Azadirachta indica* contre 17,60 t.ha⁻¹ à découvert. D'autre part, la Graminée fourragère B.N. 2, et, avec le filao, la Graminée fourragère N.B. 21, cultivées

en couloirs entre des haies de *Casuarina equisetifolia*, de *Leucaena leucocephala*, et même de très jeunes *Eucalyptus tereticornis*, ont produit davantage que lorsqu'elles sont cultivées en plein, sans les arbres. Mais cette augmentation de

production est importante avec des arbres très jeunes et devient négative avec les deux dernières espèces dès que l'arbre est un peu grand, donnant alors plus d'ombre, et concurrençant davantage par ses racines. Ainsi, pour ces Graminées, la production en t.ha⁻¹ est-elle indiquée dans le tableau 54.

Un autre exemple d'interaction entre arbre, culture et animal est donné par *Acacia planifrons* qu'on trouve sur la côte du District de Tirunelveli et, plus localisé, dans les Districts de Ramanathapuram et de Coimbatore (Inde). Les agriculteurs favorisent la multiplication de cette espèce en donnant les gousses à manger aux chèvres avant de les mettre sur les champs récemment labourés. Le passage par le tractus digestif de la chè-



Fig. 18 - Vache consommant à terre des rameaux de leucaena coupés.

Source: ICRAF

vre amollit l'endocarpe qui protège les graines, qui germent alors à 80%, donnant 3500-5000 semis par hectare, qu'on éclaircit ensuite à 1250-1500 à la fin des pluies. On maintient les arbres à 3x3 ou 4x4 m. Entre les arbres, on sème du sorgho, de l'arachide, des légumes secs et des piments pendant 4-5 ans jusqu'à ce que le couvert se reforme. On abat les arbres à 7-10 ans suivant les besoins financiers de l'agriculteur. Quelques-uns sont gardés pour servir les besoins de l'exploitation tandis que la plupart sont vendus comme bois à pâte ou comme combustible; ceux qu'on garde fournissent un excellent fourrage de gousses pendant la saison sèche, tant qu'ils ne sont pas abattus.

Dans les Districts de Yhanjavur et de Tiruchirapalli, l'*Acacia nilotica* est planté sur les diguettes des rizières. Il donne des gousses et du bois pour la construction de charrettes. L'espèce, qui supporte bien l'inondation temporaire, pousse rapidement grâce à l'irrigation et à la fertilisation donnée au riz. Pendant la saison sèche, de mars à juillet, de grands troupeaux de chèvres arrivent des Districts de Ramanathapuram et de Tirunelveli, au sud de l'Inde, en face du Sri Lanka. Les cultivateurs locaux paient aux éleveurs une somme pour parquer les animaux dans leurs champs. Un arrangement est fait, qui permet aux éleveurs de récolter pour les chèvres les gousses et les jeunes pousses des acacias, qui s'ajoutent dans la constitution de la ration alimentaire aux chaumes que récoltent les animaux directement. Lorsqu'on connaît mieux les substances toxiques de l'*Acacia nilotica* et leurs variations, on pourra mieux utiliser son excellent fourrage. Mais il semble acquis que l'effet fertilisant du fumier sur les terres est proportionnel à la quantité de fourrage riche en protéines qui est disponible.

Enfin, dans ces mêmes Districts, les feuilles des ligneux suivants sont considérées comme un utile fourrage:

- *Albizia falcataria*, dont la tige est creusée pour façonner des canots,

	MJ	g
Besoin de maintien	30	20
Herbe de saison sèche (par kg de M.S.)	3	±10
Brou	3	100 à 300
Absorption de M.S. max. par kg	10	3,3% du P.V.

Tableau 55 - Energie de subsistance (en MJ) et protéines crues digestes (en g) nécessaire à une U.B.T. au Ghana.

Source: ROSE-INNES *et al.*, 1964

Les espèces de brou

Dans les savanes tropicales, les animaux sont le produit principal. Leur rôle alimentaire n'est généralement que très épisodique, alors que les services qu'ils sont supposés rendre peuvent être donnés pratiquement toute l'année. ROSE-INNES *et al.* (1964) ont montré qu'au Ghana une U.B.T. de 300 kg ne pouvait absorber que 3,3% de son poids vif en M.S.. Le tableau 55 donne un aperçu de leurs résultats.

Les besoins de soutien sont satisfaits par 9 kg de M.S. d'herbe de saison sèche ou par 1 kg de brou.

La signification du mot brou a beaucoup évolué. Pour les auteurs de langue anglaise, comme DAYTON (1931), "browse" se définit comme suit: "fourrage vert ou vivant provenant de ligneux: rameaux, écorces, feuilles surtout, fruits, etc.". Le terme nous paraît préférable à "pâturage aérien" ou à "pâturage ligneux" parce qu'il y a du brou au ras du sol (sous-arbrisseaux par exemple) et du brou qui n'est pas ligneux (feuilles provenant des ligneux par exemple). On dit aussi brouille au lieu de brou, mais le terme est ancien et peu employé, sauf dans son sens figuré, qui désigne un objet ou un élément sans valeur, une babiole, une futilité.

Une analyse des possibilités des Légumineuses ligneuses en agroforesterie a été faite par NAIR *et al.* (1984), notamment en ce qui concerne leurs usages dans des systèmes sylvipastoraux (S.P.) ou agrisylvipastoraux (A.S.P.). La liste

qu'ils ont établie pour les zones sèches d'Afrique ne comporte qu'un tout petit nombre d'espèces et seulement huit pays, mais ceci est dû largement au fait qu'elle a été publiée en 1984, à une époque où la science agroforestière était à ses débuts, et la liste pourrait être complétée.

- *Acacia Senegal*: (S.P.) comme ligneux fourrager et à usages multiples, au Soudan et au Kenya, (S.P.) comme ligneux de brou et d'ombrage sur les pâturages, au Kenya, au Soudan et au Tchad;
- *Acacia Seyal*: (S.P.) comme ligneux fourrager et à usages multiples (bois de feu, charbon de bois, produits tannants, etc.) au Soudan et au Kenya, comme dans tout le Sahel;
- *Acacia tortilis*: (S.P.) comme ligneux de brou et d'ombrage sur les pâturages au Kenya, au Sénégal, au Mali, au Tchad et au Soudan, notamment dans les zones arides;
- *Colophospermum mopane* (S.P.) comme espèce fourragère à usages multiples en Zambie et au Niger;
- *Faidherbia albida* (A.S.P.) autour des habitations au Niger et en Ethiopie. Lorsque *Faidherbia albida* est traditionnellement maintenu ou planté par les agriculteurs (Burkina Faso, Ethiopie, Mali, Niger, Sénégal, Soudan, Tchad, etc.), c'est sans exception d'abord pour la production de gousses fourragères, puis pour son rôle fertilisant, puis pour ses feuilles et rameaux fourragers; la production de combustible vient loin derrière, le bois de cette espèce n'étant d'ailleurs pas un bon combustible, bien qu'il soit la principale espèce utilisée au Soudan pour le

traitement du tabac. Par ailleurs, la plupart des usages signalés dans un pays du Sahel existent aussi dans les autres. Enfin d'autres espèces peuvent être ajoutées à cette liste; par exemple, pour les zones semi-arides d'Afrique:

- *Parkia biglobosa* (A.S.P.) maintenu dans les champs par les agriculteurs surtout au Mali, au Sénégal, au Burkina Faso, au Ghana, au Togo, au Bénin, au Nigéria, où il est utilisé pour de multiples usages (pulpe comestible constituant un aliment important, le soumbara, et donnant une boisson rafraîchissante, farine, feuilles pour soigner les brûlures et les hémorroïdes, écorce contre les coliques violentes, les vomissements, la diarrhée, la stérilité, la lèpre, les bronchites, les œdèmes et le rachitisme, graines utilisées comme succédané du café, cendre pour faire du savon et pour priser, bois pour de petits objets, arbre d'ombrage et décoratif, etc.)
- *Piliostigma reticulata* (A.S.P.) maintenu très souvent dans les champs par les agriculteurs parce qu'il procure du fourrage, un bon bois de feu, des colorants et toutes sortes de médicaments, sans oublier une ombre qu'apprécient les moutons et les chèvres;
- *Piliostigma Thonningii* (A.S.P.) lui aussi maintenu pour le fourrage, les colorants, les fibres qu'on tire de l'écorce, la gomme, l'ombre, les médicaments, pour les feuilles que l'on fait cuire dans de l'eau pour apprêter la farine de mil, pour les gousses, les feuilles séchées, les graines, consommées ici et là, pour les cendres du bois qui servent à faire du savon et des colorants et constituent un substitut du sel de cuisine;
- *Tamarindus indica*, pour ses propriétés multiples: fruits comestibles, fruits séchés, graines consommées grillées ou cuites, surtout en Inde, feuilles et fleurs qui donnent un fourrage de haute valeur, bois pour faire des roues, des moyeux, des engrenages de moulins, des outils agri-

coles, des jouets, des panneaux, des meubles, des mortiers et des bordages de bateaux, aussi pour l'excellent charbon qu'il donne, nombreuses utilisations médicinales;

- les *Albizia*, les *Dichrostachys*, les *Entada*, les *Erythrina*, les *Pterocarpus*, etc., tous connus pour leur excellent impact sur le sol et pour leurs usages multiples.
- enfin, des espèces exotiques dans des circonstances particulières, comme le *Calliandra calothyrsus* (BAGGIO *et al.*, 1984) ou le *Gliricidia Sepium* (BAGGIO, 1982).

Dans les régions semi-arides du Brésil, c'est surtout pour le fourrage qu'on emploie le leucaena. Avec 3 coupes dans l'année, on obtient 7,5 t.M.S.ha⁻¹.an⁻¹ à un espacement de 0,5 x 1 m. Dans les savanes subhumides avec une pluviosité de 1000 mm, on obtient 13 t.M.S.ha⁻¹.an⁻¹ à un espacement de 1 à 2 m et 5,5 t.M.S.ha⁻¹.an⁻¹ avec 5 m entre les rangs (KLUTHCOVSKI, 1980). A des espacements de 3 x 2 m, les variétés les plus productives sont K62, K8, K28 et K72,

	(A)	(B)
acide aspartique	864	
cistine	67	65
méthionine	98	82
tréonine	266	
sérine	279	
acide glutamique	640	
proline	305	
glycine	278	
alanine	311	
valine	311	364
isoleucine	244	255
leucine	444	220
tyrosine	208	153
minosine	343	
phenyl-alanine	283	297
lysine	339	271
histidine	123	221
arginine	277	898
tryptophane		90

Tableau 56 - Contenu en amino-acides (mg.g⁻¹ N) de la farine de feuilles de leucaena (A) et de celle de graines de coton (B).

Source: MEULEN *et al.*, 1979

avec dans un même cultivar des différences en fonction des provenances.

Une espèce très utilisée: le *Leucaena*

On a étudié la substitution du leucaena à la farine de graines de coton dans l'alimentation des vaches laitières (LUISS GULLEN *et al.*, 1989). Cette étude a été déclenchée au Salvador par la rarefaction des farines et tourteaux de coton, conséquence d'une réduction des trois quarts de la production cotonnière dans ce pays, qui a entraîné une hausse considérable des prix de la viande, de l'ordre de 90 %. Les analyses ont confirmé la haute valeur nutritive du leucaena, dont le contenu en protéines varie de 18 à 34%, avec une bonne proportion d'acides aminés, de vitamines et de minéraux. Selon MEULEN *et al.* (1979), le pourcentage d'acides aminés est comparable à celui qu'on trouve dans d'autres aliments protéiniques utilisés dans l'alimentation du bétail, comme la farine de soja, la luzerne, ou la farine de poisson. Le tableau 56 compare la composition des farines de graines de coton et de feuilles de leucaena.

Malgré une grande variabilité du contenu en protéines brute, le leucaena a une bonne valeur fourragère. Le R.D.P. ou protéines digestibles dans le rumen est donné par la formule:

$$R.D.P = C.P.1 - \{(100 - R.D.1) \times C.P.2\}$$

où C.P. est le taux de protéines avant de déterminer l'index R.D.1 de digestion du rumen par la technique du sac nylon et où C₂ est ce taux après la détermination. Le leucaena peut donner une nourriture protéinique riche: jeunes fruits et jeunes feuilles avec un R.D.P. dépassant 25%; les vieilles feuilles et les vieilles gousses avec leurs graines, qui n'ont pas encore développé une couche dure ou qu'on a écrasées ou pilées peuvent fournir un supplément alimentaire avec un R.D.P. de 12 à 18%. L'importance de la gestion de la plante est donc primordiale.

L'inquiétante diminution de la productivité agricole dans de nombreuses régions affectées par de graves sécheresses fait craindre qu'il soit difficile d'y rétablir des conditions permettant le maintien des populations. La variation de la production d'arachide et de celle de sésame au Kordofan (Soudan) à la suite de la sécheresse exceptionnelle des années 1973-1984 en est une illustration (Min. Agri., 1975):

♦ a) pour l'arachide		
1960 - 1965:		
85 000 ha	74 000 t	0,9 t.ha ⁻¹
1965 - 1970:		
96 000 ha	54 000 t	0,6 t.ha ⁻¹
1970 - 1973:		
262 000 ha	64 000 t	0,3 t.ha ⁻¹
♦ b) pour le sésame		
1960 - 1965:		
96 000 ha	31 000 t	0,4 t.ha ⁻¹
1965 - 1970:		
160 000 ha	35 000 t	0,5 t.ha ⁻¹
1970 - 1973:		
336 000 ha	132 000 t	0,4 t.ha ⁻¹

Les tourteaux de leucaena sont supérieurs aux concentrés de luzerne pour la proline, la vitamine A et le carotène; ils ont un taux de fibres plus faible. Aussi établit-on, au Malawi notamment (WAKE, 1978) des plantations fourragères en blocs de 20 ha de leucaenas. Leur coût d'établissement était évalué comme suit en 1978:

nettoyage du terrain	35 KeSh.ha ⁻¹
clôture	64 KeSh.ha ⁻¹
labour	52 KeSh.ha ⁻¹
disage	19 KeSh.ha ⁻¹
semis	10 KeSh.ha ⁻¹
inoculation des semences	20 KeSh.ha ⁻¹
	200 Ke Sh.ha ⁻¹

Dans ces conditions, WAKE (*l.c.*) a établi qu'une production de 51M.V.ha⁻¹ pouvait économiquement concurrencer le maïs ou le tournesol.

Il est important de noter que les qualités technologiques du leucaena s'accompagnent de bons résultats économiques,

susceptibles d'être comparés avec ceux obtenus avec d'autres produits. Le seul inconvénient important du leucaena est son contenu en mimosine, qui peut entraîner des inconvénients de santé sérieux chez les animaux; mais la mise au point de lignées de plus en plus pauvres en mimosine permet de pallier à cet inconvénient, ou l'inoculation aux animaux de placentas neutralisant les effets de la mimosine.

Un des problèmes qui se posent à propos du leucaena est le risque de toxicité (HEDGE, 1990). Celle-ci avait été mise en évidence par des travaux australiens: elle était due à la mimosine et à des dihydroxypyridines (D.H.P.) et pouvait affecter des ruminants et d'autres animaux. Cependant, en Inde, l'analyse d'urines de bouvillons entretenus entièrement au leucaena pendant plus de 2 ans ne présentait aucun symptôme d'affection par la mimosine ou les D.H.P. Des études conduites par des chercheurs australiens à l'Université d'Hawaï ont montré que des Bactéries dégradant les D.H.P. se trouvaient dans la liqueur du rumen de chèvres de Hawaï entretenues avec des granulés ("pellets") de leucaenas. En 1982, une culture de ces Bactéries fut transportée en Australie, d'où elle était absente, de même que de Papouasie Nouvelle Guinée et de certaines régions d'Afrique; par contre, on la trouvait naturellement en Inde, en Hawaï, en Indonésie, aux Philippines et dans d'autres pays. Lorsque les animaux sont alimentés avec du leucaena, et qu'ils possèdent dans leur rumen les Bactéries dégradant les D.H.P., soit naturellement, soit par inoculation, celles-ci se multiplient immédiatement et empêchent l'effet toxique.

Les cas de toxicité à la mimosine et aux D.H.P. qui ont été signalés en Inde seraient dus tantôt à l'absence de Bactéries dégradant les D.H.P., tantôt à l'insuffisance de temps qu'on a donné aux Bactéries inoculées pour se multiplier. Il faut en effet jusqu'à une quinzaine de jours avec certains animaux pour que se développe suffisamment la flore dégra-

dant les D.H.P. Le meilleur test d'intoxication est la recherche des D.H.P. dans les urines. Dès 1982 on savait lutter contre l'intoxication par les D.H.P. en mélangeant au fourrage de leucaena des liqueurs de rumens d'animaux provenant de régions où le leucaena était consommé sans inconvénient. Certes, des cultivars de *Leucaena leucocephala* appauvris en mimosine (2% au lieu de 4 à 5% dans les lignées ordinaires) ont été produits, comme le K-156, mais leur taux de mimosine n'est pas encore assez bas pour ne pas risquer de provoquer une intoxication par les D.H.P. chez les animaux qui ne possèdent pas les Bactéries appropriées. Le meilleur moyen d'éviter l'intoxication des animaux est donc de s'assurer qu'ils possèdent bien dans leur rumen les Bactéries dégradant les D.H.P. (comme 95% des bovins en Inde), et, s'ils ne les ont pas, de les leur inoculer (HEDGE, *l.c.*).

Dans un essai comparatif de production du leucaena et de *Gliricidia Sepium*, on a trouvé les résultats du tableau 57.

Des recherches effectuées il y a un demi-siècle sur le pignon du médiciner, *Jatropha Curcas*, ont permis d'en extraire une huile. On a constaté officiellement vers 1980 que celle-ci, d'excellente qualité, était facilement soluble dans l'huile diesel et dans l'essence. Mais dès 1978, elle était, avec l'huile de palme impropre à la consommation humaine, mélangée à l'essence dans les moteurs des automobiles à Ho Chi Minh Ville, comme nous l'avons pu constater. En Thaïlande, des recherches sont en cours pour sélectionner de meilleures variétés, faire des essais de corrosion, mettre au point un matériel d'extraction villageoise de l'huile, contrôler sa qualité et développer la culture du médiciner dans les zones rurales. Un effort parallèle semble s'amorcer en Afrique de l'Ouest sous l'impulsion de G.T.Z. et de l'Observatoire du Sahara et du Sahel.

Espèces fourragères au Népal

Au Népal, on compte plus d'une centaine de ligneux dont les feuilles et/ou d'autres parties sont utilisées pour l'alimentation du bétail, lui fournissant 28 % des éléments digestibles totaux qu'il consomme (JOSHI, 1988). Le bétail est prisé au Népal pour ses produits, surtout le lait, et pour les services qu'il rend, dont la fourniture de fumier est la plus appréciée: un buffle de 300 à 400 kg (soit 0,9 U.B.T.) par exemple peut donner 2 t de déjections par an; la production de fumier des buffles du Népal a été évaluée (PANDAY, 1982) à quelques 17 millions de tonnes, ce qui correspondrait à 170 000 t d'urée ou à 80 000 t d'azote. La production de lait est de l'ordre de 450 000 t par an, fournies par des vaches, des bufflisses et des femelles "chaunri" ou yak hybrides; une partie de ce lait sert à fabriquer du beurre, des fromages, du yoghourt, des graisses; mais la production reste inférieure aux besoins et le Népal importe du lait en poudre; celui-ci est utilisé en particulier pour les touristes, qui sont de plus en plus nombreux. En-dessous de 2 000 m d'altitude, le buffle est le meilleur producteur non seulement de lait mais aussi de viande.



Fig. 19 - Chèvres se nourrissant de rameaux de *leucaena suspendus* et non à terre, pour réduire les pertes.

Source: ICRAF

Environ 75% des 2,3 millions d'hectares cultivés au Népal sont labourés par les buffles, dont 90% travaillent par paires pour un travail plus efficace. Chaque famille possède en moyenne 1,5 buffle,

	Equation	Degré de liberté	Erreur standard du coefficient de régression	Erreur standard de l'évaluation	R ²
<i>Leucaena leucocephala</i>	FY=11,8+0,47BW	159	0,005	8,33	0,93
	FY=-84,20+1,59BD	159	0,061	20,33	0,73
<i>Gliricidia Sepium</i>	FY=11,18+0,43BW	259	0,005	9,34	0,89
	FY=-57,67+1,23BD	259	0,057	26,19	0,61

où FY est la production de feuillage vert (g),
BW le poids des branches en vert (g),
BD le diamètre des branches (mm).

Tableau 57 - Essai comparatif de production de *Leucaena leucocephala* et de *Gliricidia Sepium*.

Source: HEDGE, 1990

mais aussi 3.1 bovin et 5.0 petit ruminant.

Malheureusement, faute d'autres combustibles, une grande partie des déjections animales sont agglomérées avec de la paille pour constituer des galettes ou des sortes de bûches qui sont très utilisées comme combustible dans les villes et dans les villages Tarai (région des plaines chaudes).

Les sources de fourrage au Népal sont variées:

- ligneux fourragers privés ("dale ghans"),
- ligneux fourragers forestiers ou de terrains communaux,
- sous-bois forestier,
- pâturages herbacés des collines ("gaucharan"),
- pâturages herbacés d'altitude ("khar-ka"),
- fourrage provenant des terrasses anti-érosives ("kanle ghans").

Les feuilles des ligneux produiraient non seulement 28 % de la M.S. totale absorbée par les animaux mais encore 77% du calcium des éléments nutritifs digestes de la matière sèche (PANDAY, l.c.).

La région relativement basse de Tarai a peu d'espèces ligneuses et leurs usages sont surtout autres que fourragers; on trouve par exemple : *Garuga pinnata*, *Dalbergia Sissoo* et autres espèces. *Terminalia* sp. pl., *Mangifera* sp., *Azadirachta indica*, *Tamarindus indica*, etc. Dans les régions d'altitude plus élevées, les chênes sont nombreux, ainsi que les *Castanopsis* et les *Symplocos*; ces arbres sont intensément broutés directement et émondés pour fournir du fourrage. Presque tous sont en propriété indivise, mais les habitants suivent assez bien des usages fort anciens tendant à ne laisser brouter ou à ne couper le feuillage que sur des individus en bonne condition et ayant bénéficié d'un certain repos entre deux exploitations. Parmi les espèces les plus appréciées, le chêne *Quercus semicarpifolia* à partir de l'âge de 5 à 10 ans

est à la fois utilisé en broutage direct et pour la coupe de feuillage; on remarque aussi comme ligneux fourragers *Brassaiopsis glomerulata*, *B. Hainla*, *Castanopsis tribuloides*, *Celtis australis*, *Symplocos crataegoides*, *Machilus odoratissima*, *Shorea robusta*, *Dalbergia*

Sissoo, *Disporum cantoniense*, *Eurya japonica*, *Grewia tiliaefolia*, *Quercus lamellosa* et plusieurs espèces des genres *Albizia*, *Betula*, *Ilex*, *Myrsine*, *Symplocos* (JOSHI et al., 1990). Dans la région des collines, les ligneux sont consommés et tout particulièrement *Al-*

Espèces	Fourrage	Autres usages
<i>Litsea polyantha</i> "kutmiro"	1 B	Bois de feu, de construction
<i>Garuga pinnata</i> "dabdabe"	1 BC	Bois de feu, bois d'oeuvre
<i>Ficus clavata</i> "berulo (gedilo)"	1 BC	
<i>Schinus Molle</i> "chilaune"	1 B	Bois de feu, bois d'oeuvre
<i>Ficus semicordata</i> "khanyu"	1 C	Bois de feu
<i>Shorea robusta</i> "sal"	B	Bois d'oeuvre, bois de feu
<i>Premna</i> sp. pl. "ginderi"	1 BC	
<i>Artocarpus Lakoocha</i> "badahar"	1 B	Fruits, bois de feu
<i>Dendrocalamus stricta</i>	1 BC	Rotin pour le façonnage, le feu
<i>Arundinaria</i> sp. pl.	1 C	Bois de feu, bois d'oeuvre
<i>Bambusa arundinacea</i> et <i>B.</i> sp. pl.	1 BC	Bois de feu, de construction
<i>Grewia</i> sp. pl.	1 B	Bois de feu
<i>Ficus hispida</i> "khasreto"	1 C	Bois de feu
<i>Maesa Chisia</i> "bilau"	1 C	Bois de feu
<i>Bauhinia variegata</i> "koiralo"	1 B	Bois de feu, fruits
<i>Rhus javanica</i> "bhakainio"	1 B	Bois de feu
<i>Prunus persica</i>	1 B	Bois de feu
<i>Mallotus philippinensis</i> "sindure"	1 C	Bois de feu
<i>Machilus Gamblei</i> "chiple"	1 C	Bois de feu
<i>Castanopsis indica</i> "dhalay kutus"	C	Bois de feu, bois d'oeuvre
<i>Callicarpa arborea</i>	1 C	Bois de feu
<i>Prunus cerasioides</i> "pailyu"	1 B	Bois de feu, bois d'oeuvre
<i>Gmelina arborea</i>	1 BC	Médiocre bois de feu
<i>Morus alba</i> "kimbu"	1 BC	Fruits, bois de feu, menuiserie
<i>Melia Azedarach</i>	(C)	Bois de feu
<i>Ficus Lacor</i> "kabro (seto)"	1 B	Bois de feu
<i>Punica Granatum</i>	?	Fruits, bois de feu
<i>Bridelia retusa</i> "gayo"	B	Bois de feu
<i>Syzygium</i> sp. pl.	1 ?	Bois de feu
<i>Fraxinus floribunda</i> "lankuri"	B	Bois de feu, bois d'oeuvre
<i>Trichilia comaroides</i>	1 ?	Bois de feu
<i>Brassaiopsis Hainla</i>		
"chulero (seto)"	B	Bois de feu
<i>Pyrus Serotina</i>	?	Fruits, bois de feu
<i>Bauhinia Vahlia</i> "bhorlo"	BC	Bois de feu
<i>Celtis australis</i> "kharī"	1 BC	Bois de feu, bois d'oeuvre
<i>Rhus succedanea</i> "bhalayo"	1 B	Bois de feu
<i>Erythrina variegata</i>	1 BC	Bois de feu
<i>Bassia butyracea</i> "chiuri"	1 B	Bois de feu
<i>Ficus Roxburghii</i>		
"nimmaro (cebharo)"	BC	Bois de feu
<i>Zizyphus mauritanica</i>	C	Fruits
<i>Morus indica</i>	BC	Fruits, bois de feu

Tableau 58 - Ordre de fréquence des ligneux fourragers dans les exploitations du Népal occidental.

N.B. - Dans la seconde colonne, le chiffre 1 indique que l'utilisation principale de l'espèce citée est la fourniture de fourrage. La lettre B indique que le fourrage est consommé par les buffles et par les bovins, et la lettre C indique qu'il est consommé par les ovins et les caprins.

Source: FONZEN et al., 1984; JOSHI et al., 1990

nus nepalensis, Litsea polyantha, Ficus Roxburghii, Leucaena leucocephala; certaines de ces espèces prennent seulement deux ans pour donner une bonne quantité de fourrage, de l'ordre de 15 à 60 kg arbre⁻¹.an⁻¹, mais d'autres ont besoin d'une dizaine d'années quelquefois. Elles sont la principale ou la seule source de fourrage pour les animaux. Le cheptel est beaucoup trop nombreux pour ce qui reste de couverture arborée: on compte deux arbres seulement en moyenne par tête de bétail, ce qui est nettement insuffisant tant pour une bonne alimentation du bétail que pour le maintien en bon état de la couverture boisée: dans cette région tout le monde utilise la forêt pour nourrir son bétail, mais un bon nombre possèdent aussi en propre un ou deux arbres par animal. On estime qu'environ 10 millions d'arbres fournissent chacun 15 à 60 kg de M.S. chaque année et que la masse totale d'aliments fourragers absorbée est de 5,85 x 10⁸t (JOSHI *et al.*, *l.c.*). Les terrasses anti-érosives, qui couvrent environ 68 000 ha contribuent à la production fourragère pour environ 100 000 t; les animaux y sont autorisés à pâturer à certaines périodes et on y pratique aussi un peu de coupe, mais il s'agit surtout de fourrage herbacé car les terrasses n'ont commencé d'être consolidées avec des ligneux que récemment, en particulier sous l'influence de projets d'assistance helvétiques.

Au total, le déficit fourrager est considérable. Comme l'écrit PANDAY (*l.c.*): "La population animale qui existe est tout simplement trop nombreuse pour simplement être maintenue dans un état satisfaisant". Bien que les performances soient faibles, le déficit fourrager est d'au moins 17% pour l'ensemble du pays, mais il atteint 30% dans les Terai et 39% dans les Hautes Terres".

La paille de maïs est couramment conservée sur des fourches de branches de *Bauhinia purpurea* et les feuilles vertes de ce arbre sont mélangées à la paille pour alimenter les animaux.

On trouvera dans JOSHI *et al.* (1990: 217) un tableau de la composition chimique d'une cinquantaine de ligneux fourragers népalais. Au Népal occidental, FONZEN *et al.* (1984) ont étudié eux aussi les ligneux servant à donner du fourrage. La liste par ordre d'importance en est donnée dans le tableau 58.

Dans les deux villages étudiés, la production et la demande annuelles en fourrage se répartissent comme l'indique le tableau 59.

Ces chiffres sont bien en accord avec ceux fournis par PANDAY (1982), qui indiquent qu'une demande annuelle de fourrage de 2 t M.S.UBT⁻¹ correspond à 1 t d'éléments nutritifs totaux par unité animale, et que la part du fourrage fournie aux animaux par les ligneux représenterait au Népal entre 64% et 83% des besoins totaux en fourrage.

En conclusion de leur étude sur les ligneux fourragers du Népal, JOSHI *et al.* (1990) recommandent les mesures sui-

vantes pour améliorer les disponibilités en fourrages de brou:

- ♦ lancer un programme national de plantation d'essences ligneuses fourragères,
- ♦ convertir en vergers fourragers au moins 10 % des terres marginales,
- ♦ introduire des arbres, des arbustes et des arbrisseaux fourragers dans les terres pâturables,
- ♦ mettre au point et diffuser des méthodes rapides et sûres pour propager les espèces fourragères ligneuses importantes,
- ♦ mieux faire connaître les systèmes agroforestiers par les communautés paysannes,
- ♦ procéder à l'intégration des programmes nationaux de pastoralisme, d'agriculture, de foresterie, d'industrialisation, etc.,
- ♦ déterminer la valeur fourragère des brouts,
- ♦ identifier les produits toxiques présents dans certaines plantes fourragères et étudier les moyens de détoxification,

Production	Village 1		Village 2	
	t T.D.N.	% total	t T.D.N.	% total
Sous-produits agricoles	28,8	14	13,2	7
Arbres privés (sur courbes de niveau)	85,9	41	101,6	58
Herbages privés	3,0	1	4,2	2
Forêts d'Etat ou de communes	49,6	23	43,6	25
Pâturage de communes	5,7	3	6,3	4
Production totale	173,0	82	168,9	96
Besoins totaux	211,4	100	176,7	100
Bilan	- 38,4	- 18	- 7,1	- 4

Tableau 59 - Production et demande annuelles en fourrage dans deux villages du Népal occidental.

N.B. T.D.N. signifie "éléments digestibles totaux", sur la base de
 1 unité animale de 350 kg de poids vif
 1 bovin = 0,80645 unité animale
 1 buffle = 0,86666 unité animale
 1 petit ruminant = 0,06 unité animale

Source: FONZEN *et al.*, 1984

- ♦ mettre au point des techniques de conservation des feuilles,
- ♦ identifier les centres de recherche et leur donner les moyens nécessaires, y compris les incitations pour les chercheurs,
- ♦ commencer des études sur les valeurs fourragères et nutritives et sur la production des végétaux ligneux fourragers.

Ces recommandations seraient aisément transposables dans de nombreux pays.

Pterocarpus lucens

Le *Pterocarpus lucens* Lepr. ex Guill. et Perrou. (= *P. abyssinicus* Hochst., = *P. simplicifolius* Bak.) se distingue du *P. erinaceus* Poir. (= *P. angolensis* DC. = *P. echinatus* DC.) par les caractères et propriétés du tableau 60 ci-dessous.

On trouve cette espèce au Niger dans les niches suivantes:

- ♦ dans les dépressions sablo-limoneuses en surface mais avec un substrat argileux en profondeur et inondées en saison des pluies; y sont associés *Boscia senegalensis* et *B. angustifolia*;
- ♦ dans les dépressions argileuses avec ou non une couverture sableuse en surface, qui portent un boisement à

base d'*Anogeissus leiocarpus*, de *Grewia bicolor*, de *Combretum micranthum* et de *Dalbergia melanoxylon*;

- ♦ au pied de pentes ou de colluvions, où le sol est sableux souvent en surface, mais le substratum formé d'éléments plus fins, en association avec *Combretum ghazalense*, *Anogeissus leiocarpus*, *Bombax costatum*, *Sterculia setigera* et *Piliostigma reticulatum*.

Les graines germent assez mal (de 2 à 30% seulement), aussi les décortique-t-on; dans ces conditions, le taux de germination s'élève à 40 à 50%. Le plus simple pour faciliter la germination est d'ouvrir légèrement les graines au ciseau: on obtient ainsi des graines semi-décortiquées qu'on trempe dans de l'eau jusqu'à ce qu'elles en soient bien imbibées: on obtient alors un taux de germination de 68% entre le 2ème et le 15ème jour, et de 86% pour les semis directs en terre (BOUDET *et al.*, 1987).

La production foliaire maximale d'un individu, exprimée en kg de matière sèche, est donnée par la formule:

$$P = (0,93 \times 10^{-3}) C^{2,07}$$

et la production ligneuse en mètres cubes d'un individu est donnée par la formule:

$$V = 3,332 D^2 - 0,007$$

où C est la circonférence du tronc en cm et D le diamètre du tronc, ces deux mensurations prises à 40 cm au-dessus du sol. On a ainsi trouvé au Mali (CISSE *et al.*, 1985) une biomasse foliaire de 432 kg.ha⁻¹ en piémont, représentant 19% de la biomasse foliaire du peuplement ligneux. En dépression limono-argileuse, on a trouvé 903 kg.ha⁻¹ représentant 65% du total, et en dépression argileuse 3 533 kg.ha⁻¹ représentant 99% de la biomasse foliaire totale des ligneux, ce qui est exceptionnel car il est peu fréquent de trouver le *Pterocarpus lucens* en peuplement pur.

La disponibilité en feuilles varie avec les saisons, comme le montre le tableau 61, tiré de CISSE *et al.* (*l.c.*), où les quantités sont exprimées en kg de matière sèche par hectare.

Le grand intérêt de l'espèce est de fournir un fourrage d'excellente qualité en fin de saison sèche, alors que presque tous les types de pâturage n'offrent plus aux animaux que des pailles desséchées et sans valeur nutritive. Aussi les feuilles sont-elles consommées par le bétail sur les arbres, mais souvent elles sont aussi coupées et vendues sur les marchés. Rien qu'à Niono, plus de 500 t de feuilles sont vendues annuellement sur le marché sous forme de bottes de ramaux qui varient en poids de 1.0 kg de janvier à mai, à 2.7 kg de juin à septembre, puis à 1,5 kg d'octobre à décembre, alors que le prix reste constant (il était de 25 Francs maliens (FM), soit 0.03 U.S.\$ vers 1984; il était de 40 FM en juin 1989 dans la moyenne vallée du Sénégal) (CISSE *et al.*, 1985, et observ. pers.). D'un point de vue pratique, il est préférable de couper les feuilles plutôt que de les laisser brouter directement par le bétail, car la repousse est plus rapide et plus importante. Dans le cadre des recherches entreprises par le Réseau

<i>P. lucens</i>	<i>P. erinaceus</i>
arbuste ou arbre pouvant atteindre 12m tranche de l'écorce rouge violet, donne un liquide rouge collant variabilité des folioles: 5 - 7 (<10) fleurs de janv. à juin 5 000 graines par kg	arbre pouvant atteindre 35m, peu d'ombre, résine Kino pour sainer étoffes jusqu'à 11 folioles
avec <i>Combretum micranthum</i> et <i>Dalbergia melanoxylon</i>	bord du Sahel
feuilles pour sauces et légumes fourrage chèvre et dromadaire perches fourchues bon bois de feu fruits fourragers écorce contre diarrhée	fourrage contient jusqu'à 19% de protéines fébrifuge, magie, actes culturels

Tableau 60 - Comparaison entre *Pterocarpus erinaceus* et *P. lucens*.

AFRENA, des essais seront conduits au Niger pour essayer l'espèce en banque fourragère. Il s'agira notamment de déterminer la capacité de *Pterocarpus lucens* à rejeter sous une taille intensive, et d'établir le meilleur traitement possible de l'espèce pour en obtenir du fourrage de brouit à la période de soudure.

Ligneux fourragers au Bangladesh

Au Bangladesh, la densité de la population humaine est très élevée. Il n'existe pas de terrain libre. Les bovins sont les animaux les plus importants; ils représentent 90 % des Unités Animales du pays et fournissent notamment 98% de l'énergie consacrée à la traction en agriculture. Les ovins sont environ un demi million et possédés seulement par quelques relativement gros propriétaires qui essaient de s'approprier des terres; leur contribution à l'économie nationale et aux revenus des familles rurales moyennes est minime. Les caprins sont près de 9 millions et appartiennent surtout à des paysans sans terre, qui vivent en faisant transformer en viande le peu de fourrage que leurs animaux arrivent à récolter sur des terres marginales, des bords de chemins, des chaumes. Les poules et poulets sont environ 79 millions. La production animale est la troisième source de revenus en devises de ce pays pauvre, par l'exportation des cuirs et des peaux, pour une valeur de $1,3 \times 10^9$ Bangladesi taka.

Les espèces ligneuses du Bangladesh ne sont pas très nombreuses car beaucoup ont disparu sous la pression de l'Homme, qui est très forte et généralisée. La plupart des ligneux sont élagués ou étêtés ou émondés; il n'y a que peu d'arbres qui soient sous une forme naturelle. Les espèces considérées comme les plus appréciées sont données dans le tableau 62 par ordre d'appétabilité décroissante; on a indiqué les taux de protéines brutes (PB) et de fibres brutes (FB) tels qu'ils sont rapportés par ALAM *et al.* (1985).

	argile	limon argileux	sable
Avant les pluies: juin - juil.	583	402	135
Pendant les pluies: août - sept.	3 109	813	385
Après les pluies: oct. - nov.	1 838	425	214
Saison sèche froide: déc. - fév.	200	90	35
Saison sèche chaude: mars - mai	0	18	4

Tableau 61 - Disponibilité en feuilles(kg M.S.ha⁻¹) suivant les types de sols et suivant les saisons dans une savane arborée du Sahel.

Source: Cisse *et al.*, 1985

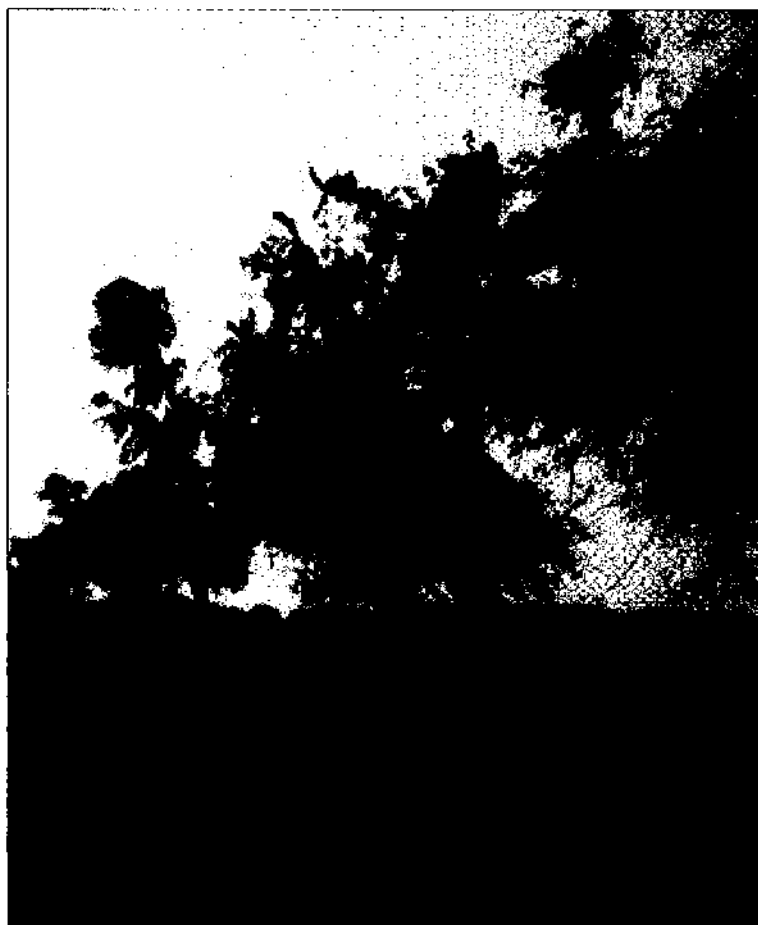


Fig. 20 - *Prosopis cineraria* fortement émondé au Bangladesh, pour le fourrage.

Source: Maqsood AHMED, 1990

BROUT

	PB	FB	
<i>Acacia nilotica</i> subsp. <i>indica</i>	12,9 13,1	feuilles 11,3 gousses 12,3	GOHL, 1981 GOHL, 1981
<i>Leucaena leucocephala</i>	27,0 à 34,0	20,4	N.A.S., 1977
<i>Gliricidia Sepium</i>	20,5	30,2	GOHL, 1981
<i>Albizia procera</i>	moyen	moyen	LAURIE, 1945
<i>Hibiscus rosa sinensis</i>	15,4	15,5	GOHL, 1981
<i>Bambusa Balcooa</i>			
<i>B. tulda</i>	fouillage de disette	fouillage de disette	
<i>B. vulgaris</i>	fouillage de disette	fouillage de disette	
<i>Acacia Catechu</i>	12,4	16,6	RUSSELL, 1947
<i>Strobilus asper</i>	extensif	extensif	BRANDIS, 1874
<i>Artocarpus heterophyllus</i>	12,8	19,0	SEN <i>et al.</i> 1978
<i>A. Chapalasha</i>	bon fourrage de bovins	bon fourrage de bovins	
<i>Sesbania grandiflora</i>	36,1	9,3	RUSSELL, 1947
	33,4	5,7	GOHL, 1981
<i>Mallotus philippinensis</i>	13,4	29,7	SEN <i>et al.</i> , 1978
<i>Samanea Saman</i>	24,7	22,1	GOHL, 1981
<i>Acacia farnesiana</i>	17,2	17,9	GOHL, 1981
<i>Ficus infectoria</i>	16		GUPTA <i>et al.</i> , 1975
	11,2	27,7	GOHL, 1981
<i>F. bengalensis</i>	11,2	22,6	GOHL, 1981
<i>F. religiosa</i>	9,2		GUPTA <i>et al.</i> , 1975
	9	15,9	GOHL, 1981
<i>F. hispida</i>			BRANDIS, 1874
<i>F. racemosa</i>	fouillage pour bovins et éléphants	fouillage pour bovins et éléphants	BRANDIS, 1874
<i>Tamarindus indica</i>	15,2	21,9	SEN <i>et al.</i> , 1978
<i>Morus alba</i>	15,0	15,3	GOHL, 1981
<i>Albizia chinensis</i>	15,1	31,6	GOHL, 1981
<i>A. Lebbeck</i>	31,7	22,0	GOHL, 1981
<i>A. odoratissima</i>			
<i>Aegle Marmelos</i>	15	16,4	SEN <i>et al.</i> , 1978
<i>Adina cordifolia</i>	15,3	12,7	RUSSELL, 1947
	9,5	14	SEN <i>et al.</i> , 1978
<i>Ricinus communis</i>	24,8	10,3	GOHL, 1981
<i>Bridelia retusa</i>	apprécié pour les bovins	apprécié pour les bovins	BRANDIS, 1874
<i>Moringa oleifera</i>	17,8	9,7	SEN <i>et al.</i> , 1978
<i>Lannea coromandelica</i>	11,4	16,1	SEN <i>et al.</i> , 1978
<i>Pithecellobium dulce</i>	29	17,5	GOHL, 1981
<i>Zryphus mauritiana</i>	11,8	14,3	GOHL, 1981
<i>Melia Azedarach</i>	12,4	15,3	GOHL, 1981
<i>Sonneratia apetala</i>	consommé par les bovins	consommé par les bovins	
<i>Garuga pinnata</i>			
<i>Cordia dichotoma</i>	consommé comme fourrage en Assam	consommé comme fourrage en Assam	
<i>Dalbergia Sissoo</i>	15		GUPTA <i>et al.</i> , 1975
	24,1	12,5	GOHL, 1981
<i>Derris indica</i>	17,6		GUPTA <i>et al.</i> , 1975
<i>Psidium Guajava</i>	11,7	16,1	GOHL, 1981
<i>Mitragyne parviflora</i>	7,7	19,3	SEN <i>et al.</i> , 1978
<i>Terminalia bellivica</i>	8,6	18,6	GOHL, 1981
<i>Mangifera indica</i>	8,1	28	RUSSELL, 1947
<i>Syzygium Cumini</i>	7,9	20,7	RUSSELL, 1947

Tableau 62 - Espèces ligneuses les plus appréciées du Bangladesh par ordre d'appétabilité avec leur taux de protéines brutes (PB) et celui de fibres brutes (FB) en % .

Source: ALAM *et al.*, 1985

En ce qui concerne la teneur en protéines, les espèces ligneuses les plus riches sont (ALAM *et al.*, l.c.):

<i>Sesbania grandiflora</i>	36,1 %
<i>Albizzia Lebbek</i>	31,7 %
<i>Leucaena leucocephala</i>	27 à 34 %
<i>Pithecellobium dulce</i>	29,0 %
<i>Samanea Saman</i>	24,7 %
<i>Dalbergia Sissoo</i>	24,1 %
<i>Gliricidia Sepium</i>	20,5 %
<i>Bambusa vulgaris</i>	19,0 %
<i>Moringa oleifera</i>	17,8 %
<i>Cassia fistula</i>	17,64 %
<i>Ficus infectoria</i>	16,0 %
<i>Bauhinia variegata</i>	15,7 %
<i>Morus alba</i>	15,5 %
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	15,4 %
<i>Cordia dichotoma</i>	15,1 %

Au Bangladesh, sont considérées comme les principales espèces sylvi-pastorales: *Acacia nilotica*, *Prosopis cineraria*, qui est souvent fortement émondé (fig. 20) et *Zizyphus* sp. pl.

Dans les résultats des exercices de "D and D" qui ont été conduits par TORQUEBIAU au Bangladesh en 1990 apparaît nettement le besoin de banques de fourrage.

Ligneux fourragers en Inde

Un état des ligneux fourragers en Inde a été présenté par DEVENDRA (1990).

D'après P. SINGH (1990), plus de 60 % des besoins alimentaires des chèvres seraient, en Inde, couverts habituellement par du brouet. Plusieurs centaines d'espèces ligneuses sont normalement utilisées par les ruminants dans ce pays. Cependant, on ne connaît qu'assez mal les propriétés de ces fourrages; seulement 160 d'entre ces espèces ont jamais fait l'objet d'une analyse chimique; une quarantaine sont importantes pour la production animale, en raison notamment de leur distribution large et du fait qu'elles sont communes. Comme partout ailleurs, les feuilles d'arbres se montrent riches en protéines et en cal-

cium, mais pauvres en phosphore et en fibres brutes.

Parmi les espèces préférées des chèvres, P. SINGH (l.c.) mentionne notamment:

- le "peepal" *Ficus religiosa*, qui donne 150 à 300 kg.M.V.arbre⁻¹ en une coupe par an,
- le "bargad" *F. bengalensis*,
- le "gular" *F. racemosa*, *F. glomerata*,
- le "necm" *Azadirachta indica*, qui donne, en une coupe par an, de 40 à 80 kg M.V.arbre⁻¹,
- le "jamun" *Eugenia jambolans*,
- le "mahua" *Bassia latifolia*,
- le "jackfruit" *Artocarpus heterophyllus*,
- le "bhimal" *Grewia oppositifolia*,
- le "kachnar" *Bauhinia variegata*,
- le "mulberry" *Morus alba*,
- le manioc ou "cassava" *Manihot esculenta*,
- le gliricidia *Gliricidia Sepium* et *G. maculata*,
- le "babul" *Acacia nilotica*, ou "desi-babool" qui donne 15 à 30 kg.M.V. arbre⁻¹ en une coupe,
- le "khejri" *Prosopis cineraria*, qui, coupé 2 fois par an, donne 30 à 50 kg.M.V.arbre⁻¹.

Sont également très appréciés, hautement appétibles et très nutritifs: *Acacia nilotica*, ou "israéli babool" (15 à 20 kg.M.V.arbre⁻¹ en une coupe), *A. tortilis*, *Albizzia Lebbek*, ou "sirash" (30 à 50 kg.M.V.arbre⁻¹ en une coupe), *Ailanthus excelsa*, *Clerodendron phlomidis*, *Capparis zeylanica*, *Dichrostachys nutans*, *Gymnosporia spinosa*, *Leucaena leucocephala*, *Sesbania Sesban*, et *S. grandiflora*. Même le *Calotropis procera* ou "aak" est coupé une fois l'an pour donner, une fois séché, du fourrage.

Sous une pluviosité de 300 mm seulement, l'*Acacia tortilis* est en Inde l'espèce ligneuse la plus intéressante, en particulier sur le plan fourrager. *Prosopis cineraria* est également bien apprécié, car il pousse bien en particulier sur les dunes, mais sa croissance est lente et il semble que sa plantation dans les

terres à pâturage gêne la croissance de l'herbe. Par ailleurs, le greffage sur *Zizyphus rotundifolia*, qui est un bon fixateur des sables, de variétés de *Z. mauritiana* telles que "umran", "ber", "kaithli", ou "gola", donne des fruits plus gros et plus appréciés.

Dans les essais fourragers poursuivis dans l'Etat indien de Maharashtra par "Bharatiya Agro Industries Foundation" (BAIF) en liaison avec le Conseil indien pour la recherche agricole (ICAR), les cultivars de "subabul" *Leucaena leucocephala* qui ont donné les meilleurs résultats fourragers au bout de 5 ans ont été K-8 et IGFRI-6 ou IGFRI-10 qui, avec un rang de *Leucaena*, ont donné d'excellents résultats (MURLIDHAR *et al.*, 1990). Dans un essai de sélection de ligneux à usages multiples soutenu par le C.R.D.I., BAIF a comparé 24 espèces ligneuses dans 3 localités: Urulikanchan (Maharashtra), Lakkihali (Karnataka), et Nanodara (Gujarat). Les meilleures performances après 3 ans ont été, pour les espèces fourragères:

- à Urulikanchan: *Pithecellobium dulce*, *Albizzia Lebbek*, *Leucaena leucocephala*, *Prosopis juliflora*, *Gliricidia Sepium*, *Racospernum auriculiforme* et *Cassia Siamea*;
- à Lakkihali: *R. auriculiforme* en premier, suivi par *Sesbania grandiflora*;
- à Nanodara: *Albizzia Lebbek*, *L. leucocephala*, *Acacia nilotica*, *Sesbania Sesban*, *Prosopis juliflora* et *Parkinsonia aculeata*,

dans cet ordre (MURLIDHAR *et al.*, l.c.).

Par ailleurs, on a montré que l'apport de 20 % de gousses de *Leucaena* ou "rain-tree" dans la ration du bétail à l'embouche permettait d'abaisser le coût de l'alimentation, sans aucun effet négatif (MURLIDHAR *et al.*, l.c.). Avec cette même espèce cultivée en haies, on a obtenu 86 t.M.V.ha⁻¹ sous une pluviosité de 1700 mm à l'île Maurice (ANSLOW, 1959); en cultures on obtient 500 kg M.V. sur 30 m linéaires, avec 5 coupes en 10 mois.

Il a été démontré en Inde que l'absorption par le bétail de feuilles de ligneux donnait peu d'énergie. Comme le rapporte P. SINGH (1990), la qualité d'un fourrage dépend de la quantité qui est consommée volontairement et de la richesse en protéines, en énergie, en minéraux et en vitamines. L'information sur l'appétabilité du brouet est plutôt rare, mais on sait que l'absorption de M.S. varie entre 1,0 et 2,5 kg.100 kg P.V.⁻¹ seulement. Il y a donc, dans les faibles quantités absorbées, une raison à l'apport en énergie limité des feuilles des ligneux. Par ailleurs, environ 60 % des feuilles de ligneux contiennent dans leur M.S. moins de 50 % d'éléments nutritifs totaux, et 40 % des feuilles en contiennent plus de 50 %. Ainsi l'énergie disponible dans le brouet est-elle basse. Parmi les ligneux qui ont plus de 55 % d'éléments nutritifs digestibles totaux, on compte: *Adina cordifolia*, *Aegle Marmelos*, *Ailanthus excelsa*, *Bauhinia variegata*, *Ehretia laevis*, *Ficus Hookerii*, *Grewia optiva*, *Helicteres Isora*, *Holoptelia integrifolia*, *Lannea coromandelica*, *Leucaena leucocephala*, *Moringa oleifera*, et *Morus alba*. Ces ligneux sont donc de bonnes sources d'énergie pour les animaux qui les consomment.

DESAI *et al.*, (1984) ont montré, par ailleurs, que le "shevri" *Sesbania aegyptiaca* produit plus de fourrage vert et sec en première année que le "dashrath" *Desmanthus virgatus*, le "hadga" *S. grandiflora* et surtout le "aubabul" *Leucaena leucocephala*. Ils ont obtenu les productions de matière verte données par le tableau 63.

	1ère année	1ère et 2ème années
<i>Sesbania aegyptiaca</i>	56,6 q.ha ⁻¹	168,3 q.ha ⁻¹
<i>Desmanthus virgatus</i>	46,5	173,2
<i>Sesbania grandiflora</i>	44,6	135,9
<i>Leucaena leucocephala</i>	10,6	99,3

Tableau 63 - Production comparée de M.V. entre quatre ligneux fourragers.

Source: DESAI *et al.*, 1984

Ligneux fourragers en Somalie

A Agna et à Galafi, en Somalie (AUDRU *et al.*, 1986 a, b, et c), dans une zone sèche et aride ou semi-aride, sont considérés comme les meilleurs ligneux fourragers: *Acacia tortilis*, *Atriplex nummularia*, *A. semibaccata*, *Hyphaena thebaica*, et *Prosopis chilensis*.

Plantes fourragères ligneuses au Lesotho

Au Lesotho, on essaye le tagasaste, *Chamaecytisus palmensis*, d'Australie, comme plante fourragère. Les premiers résultats sont encourageants et on obtient des plantes qui ont souvent plus de 1m de hauteur après une seule année de croissance en place. Les feuilles sont particulièrement appréciées des poulets; on recherche s'il vaut mieux laisser les oiseaux se nourrir directement sur les tagasastes, ou, comme il est probable, s'il est préférable de couper les feuilles et de les apporter aux poulets.

Dans le même pays, on s'inspire de résultats obtenus en Chine, et on a introduit *Paulownia tomentosa* et *P. Kawakamii* dont l'une des fonctions sera de procurer de l'ombre au bétail sur les pâturages. Ces espèces produisent aussi du bois, et leurs feuilles sont fourragères.

A propos de l'arganier

Dans le Sud marocain existe une essence endémique de grande longévité, l'arganier, *Argania spinosa*, qui est à nombreux usages: son fruit donne une huile comestible de grande qualité, son feuil-

lage est apprécié par les chèvres, et son bois est un très bon combustible. Cette espèce, qu'on appelle localement "la providence du Souss" aide au contrôle de l'érosion, notamment par son couvert très étalé et dense; elle facilite l'infiltration de l'eau dans le sol, elle fournit de l'ombre aux troupeaux et même aux cultures, sous un ciel où le soleil est souvent cuisant, et elle donne des branches pour construire des clôtures. Sous l'arganier, s'est développé, depuis des millénaires probablement, un système associant le pâturage des chèvres à la fabrication de l'huile d'argan. Depuis 1978 environ, en partie sous l'influence du développement du tourisme dans la ville d'Agadir et à ses environs, on a commencé de cultiver intensément dans l'arganeraie, notamment des tomates, compromettant peut-être ainsi la survie de ce peuplement, où l'on trouve associées aux arganiers entre autres plantes:

- *Lycium intricatum*
- *Zizyphus Lotus*
- *Withannia somnifera*
- *Acacia gummifera*
- *Periploca laevigata*
- *Genista ferox*
- *Lannea arborescens*.

Les principales cultures associées à l'arganier sont: d'abord, sur le plan économique, la tomate, qui est aussi la première des cultures dans l'assolement, puis la pomme de terre, les céréales (orge essentiellement), aussi les pastèques, les piments et les poivrons, les courges. Les cultures se font le plus souvent suivant le cycle: tomate, pomme de terre, céréale, jachère, tomate. Comme le couvert de l'arganier est assez important et assez dense, les cultures se font dans les intervalles entre les arbres, qui couvrent plus de 50% du sol. Pour augmenter les surfaces qu'ils mettent en culture, les paysans tendent naturellement à couper les arganiers pour disposer de plus d'espace, et ils détruisent ainsi un milieu qui était encore à peu près en équilibre, où l'évapotranspiration augmente et rend les cultures aléatoires. En raison d'un taux d'accroissement élevé de la population, le

Ombrage et grenaison

On a ombragé du *Panicum maximum* de façon à avoir 25% (L. 25), 54% (L. 54), et 100% (L. 100), de l'intensité lumineuse dans une serre. L'ombfrage ne réduit pas la production de M.V. La production de graines était respectivement de 4 g.m², et 93 g.m². La réduction est causée par une diminution importante dans le taux d'épillets formant des semences et à un moindre degré par une réduction du nombre d'épillets différenciés par branche primaire d'inflorescence.

L'ombfrage réduit un peu le poids des graines. Il augmente un peu le nombre de branches par inflorescence.

Pratiquement, il faut produire des semences dans des régions ensoleillées, et il faut assurer une gestion convenable pour que les phases de développement se passent dans des saisons non nuageuses.

(OLIVEIRA *et al.*, 1986)

nombre de paysans qui cultivent dans l'arganeraie ne cesse de s'accroître, bien que la plus grande partie de l'arganeraie soit classée, et par conséquent interdite en principe pour une mise en valeur agricole. En 1975, on dénombrait environ 200 paysans dans l'arganeraie, mais en 1982 - 1983, on comptait 1060 paysans sur 3311 ha, et en 1985 - 1986, 1267 cultivateurs sur 3959 ha dont 183 sous serres, ce qui constituait une innovation importante. Depuis, les surfaces sous serres se sont étendues, bien que de nombreux scientifiques et des responsables gouvernementaux s'inquiètent des dommages causés à l'arganeraie et à son avenir.

La production fourragère de l'arganier comprend:

- 15 kg.ha⁻¹ de fruits résiduels, qui n'ont pas été récoltés pour la fabrication d'huile,
- 100 U.F.ha⁻¹ de feuilles,
- l'herbe qui pousse sous les arganiers,
- 100 kg.ha⁻¹ de pulpe de fruits broyés pour l'extraction de l'huile.

Le palmier pejibaye

Le palmier pejibaye, *Guilelma Gaspae*, originaire des basses terres humides d'Amérique latine, est particulièrement intéressant par son fruit, qui est assez riche en protéines, moyennement à très riche en carotène et en huile,

et généralement très riche en amidon. Une revue de son potentiel en agroforesterie a été faite récemment (CLEMENT, 1987). Les diverses utilisations possibles du fruit ont été étudiées par MORA URPI *et al.* (1984), et par CLEMENT *et al.* (1984). La principale utilisation courante est la consommation directe par l'Homme, après cuisson. Celle qui nous intéresse ici est l'alimentation animale. On peut aussi tirer du fruit une huile comestible, ou en extraire une farine à cuire avant consommation. Les usages du fruit de ce Palmier sont donc multiples.

Quand on utilise le fruit du pejibaye pour les animaux, on le donne surtout aux porcs et aux volailles; on utilise les fruits trop petits pour l'alimentation humaine, ou malformés, ou abîmés. Il faut laisser le fruit blêtir sur l'arbre ou, mieux, le cuire, car il contient une substance susceptible de nuire aux animaux, probablement une enzyme comme l'ont montré MURILLO *et al.* (1983); cette diastase inhibe une autre enzyme protéolytique, nécessaire celle-ci à une utilisation normale des protéines par l'animal. Pour permettre au paysan d'attendre que le Palmier atteigne sa pleine production, on conseille de planter en association des ananas, des papayers et des fruits de la Passion.

Plantes fourragères ligneuses chez les Mbeere du Kenya

Chez les Mbeere, au sud-est du Mont Kenya, trois espèces ligneuses fourragères donnent des feuilles et des fruits pour les chèvres: *Acacia nilotica* ("mu-cemeri"), *A. tortilis* ("mu-go") et *Melia Volkensii* ("mu-kau"), et les feuilles de *Commelina* sp.pl. sont utilisées comme fourrage de substitution pour les feuilles de cow-peas, qu'on trouve dans les zones plus humides.

Sous les tropiques humides

Dans les régions tropicales humides, la production de fourrages riches en protéines est nécessaire; une espèce convenant bien est le *Gliricidia Septum*. Les portions terminales des branches, sur une longueur d'environ 1m, peuvent être données aux animaux, quel que soit l'âge des branches. On utilise aussi les feuilles sous forme séchée ou en granulés ("pellets"), particulièrement pour les porcs, les lapins et les volailles. Très souvent, on cultive le *G. Septum* en association avec d'autres cultures, annuelles ou le plus fréquemment pérennes, dont il améliore les rendements grâce à son pouvoir fixateur d'azote. Les cultures les plus couramment associées sont le théier, le caféier et le cacaoyer. Mais on trouve aussi le vanillier et le poivrier, auxquels il sert de support, le taro, le manioc, des haricots, des plantes médicinales et des plantes aromatiques. A Alajuela, au Costa Rica (MORENO, 1987), sur des plantes issues de grosses boutures, on pratique souvent une coupe "de formation" vers 15 mois, pour provoquer la formation de branches et de rameaux, puis on fait ensuite des coupes "de production" tous les 45 jours jusqu'au début de la saison sèche. Sur des plantes issues de semis, il faut pratiquer plusieurs coupes "de formation", et on obtient moins de fourrage que sur celles issues de boutures. L'utilisation du fourrage doit être suivie de près, car on a signalé des cas d'intoxication, fréquents avec les non-ruminants et

spécialement avec les chevaux (N.A.S., 1980, 1981). La toxicité serait due à un complexe actif de phénols, de flavones, d'acides méliolotique, protocathélique et hydrocyanique. Cette propriété est à rapprocher de l'effet allélopathique du *G. Sepium* sur d'autres plantes et notamment sur des mauvaises herbes. Par contre, les fleurs produisent un nectar très apprécié par les abeilles et donnant un miel assez agréable.

On a essayé en République Dominicaine, de faire récolter les feuilles par des équipes bien organisées, de les couper en fins morceaux et de les faire sécher dans des séchoirs à cacao alimentés avec du bois de *G. Sepium*. Un travailleur récoltait en moyenne 200 kg de M.V. par journée de 8 heures. La capacité du séchoir étant de 1,2 t, et le séchage nécessitant 8 heures, on obtenait par jour 400 kg de M.S. en partant de 2,4 t de M.V. Le coût du produit final s'est avéré prohibitif et incapable de concurrencer les aliments du bétail du commerce.

Dans le même pays, on s'est contenté de récolter le feuillage de haies de *G. Sepium* et de le faire sécher sur place au soleil. Ensuite, les feuilles séchées étaient mises en balles entourées de fines branches de la plante pour prévenir la désintégration du ballot, et on cerclait le tout avec un solide fil de fer. Ce produit s'est avéré d'excellente qualité et a permis de compléter des vaches laitières au taux de 2 à 4 kg.jour⁻¹.animal⁻¹. On a fabriqué aussi avec succès une poudre de feuilles séchées et comprimées conservée dans des sacs en polyéthylène de 40 kg. Enfin, on a parfaitement réussi des essais d'ensilage en tranchée, en alternant des couches de *G. Sepium* avec des couches de Graminées fourragères telles que *Brachiaria ruziziensis* ou *Cynodon nlenfuensis*; le produit avait bonne apparence et a été fort apprécié des bovins.

Les *Atriplex*

Une bonne étude des *Atriplex* d'Afrique du Nord a été faite (FRANCKET *et al.*, 1971). *Atriplex canescens* s'avère riche en sélénium. Or, une déficience en sélénium peut entraîner une maladie des muscles blancs, des problèmes placentaires et la stérilité du bétail (C.S.U., 1990). On lui attribue même l'élimination de la faune sauvage au pied des collines de la Sierra Nevada centrale et spécialement autour du lac de barrage de Kesterton, en Californie. Dans cette région, les éleveurs sont amenés à donner au bétail une nourriture complémentaire enrichie en sélénium, ou de faire des injections de ce micro-élément. Ces deux méthodes ont le désavantage d'être coûteuses. Mais à l'ouest de la Vallée de San Joaquin, un projet d'agroforesterie soutenu par l'Université de l'Etat de Californie, le Centre de Fresno pour les techniques d'irrigation, le Département californien de l'agriculture et de l'alimentation, et les Murietta Farms de Mendota a permis de montrer qu'*Atriplex canescens* ne se contentait pas de bien supporter le sel, mais était capable aussi de vivre avec une eau d'irrigation très chargée en sélénium, que l'on pompe de la nappe phréatique. Les plantes ainsi nourries sont anormalement riches en sélénium. On les transforme en granulés pour en nourrir le bétail et on constate qu'au bout de 60 jours le taux de sélénium du sang des animaux est un peu plus fort que celui des bêtes nourries sans atriplex. Il pourrait y avoir là une méthode pratique pour compenser une déficience en sélénium et pour utiliser des sols qui étaient délaissés en raison de leur carence.

De même qu'*Erythrina Brucei* présente de grandes variations dans le monde, par la forme et la disposition des épines, et dans son appétabilité, de grandes différences peuvent exister entre des individus d'une même espèce d'*Atriplex*, qui peuvent avoir une importance dans leur consommation par les animaux.

Gleditschia triacanthos

Le févier à trois épines, *Gleditschia triacanthos*, est un arbre de la famille des Césalpiniacées, qui pousse naturellement en régions méditerranéennes, mais qui s'adapte à un grand nombre de climats et de conditions édaphiques; il réussit convenablement dans la région de Dakar, dans celle de Nairobi, et même sous irrigation à Ouagadougou. Il produit de novembre à mars, à un moment où les besoins des troupeaux méditerranéens sont difficiles à couvrir d'abondantes récoltes de gousses riches en protéines. Les gousses contiennent entre 68 et 150 g.kg⁻¹M.S. de M.A.D., et les graines entre 193 et 297g.kg⁻¹M.S. (DUPRAZ, 1988). On constate une grande variabilité d'un arbre à un autre entre le poids des gousses, compris entre 4 et 20 g, et la proportion de graines, qui varie de 22 à 47% du P.S. de la gousse. Il semble y avoir une grande variabilité génétique dans l'espèce, que confirme la grande irrégularité de croissance des jeunes plants; ceux-ci, dans leur milieu naturel, poussent de façon à peu près identique, alors que transposés dans des conditions limite, on constate une grande irrégularité de la croissance des jeunes plants, certains d'entre eux atteignant près de 2m en deux ans et d'autres ne dépassant pas 30 cm au même âge. Des variétés sélectionnées ont été produites notamment à Chypre, en France, en Israël, et aux U.S.A. L'appétabilité des gousses est élevée, mais les variétés très riches en pulpe et très sèches sont les plus appréciées. Une excellente variété mal séchée sera délaissée au profit de variétés plus sèches moins riches en pulpe. La digestibilité est bonne pour les moutons. Les ovins peuvent absorber jusqu'à 2 kg de gousses par jour et ne cherchent pas pendant le temps de l'expérience à consommer de la paille mise à leur disposition. La gousse de févier présente les caractéristiques fourragères suivantes:

- ♦ 30 à 78 g M.A.D.kgM.S.⁻¹
- ♦ 0,78 à 0,95 U:F.L.kgM.S.⁻¹ selon les arbres.

Sauf pour les variétés américaines, une corrélation positive apparaît entre valeur énergétique (pulpe) et valeur azotée (graines). Cette caractéristique permet d'envisager des progrès significatifs par sélection variétale et un verger de clones a été installé à cet effet à la Station d'amélioration des plantes de l'INRA à Montpellier (France) en 1987. Un aliment à 75 gM.A.D.kgM.S.⁻¹ et 0,9U.F.kg M.S.⁻¹ est un objectif réaliste (DUPRAZ, *l.c.*).

Une ration de 700 g de gousses et de 500 g d'herbacées prélevées sur parcours assurerait la ration d'entretien des brebis (55 gM.A.D.jour⁻¹). Pour un troupeau de 200 brebis, 100 jours de complément seraient assurés par 2 à 3 ha de plantations de févier. Les féviers peuvent aussi être plantés en petits bouquets près des endroits d'un parcours où l'on souhaite que se rendent les brebis; c'est ainsi un bon outil de la gestion du pâturage. Enfin, on peut aussi associer le févier à des cultures fourragères, à des densités compatibles avec l'exploitation mécanisée de la récolte du fourrage. Le févier est très mellifère et donne un bon bois qui se travaille bien, enfin il est décoratif et a un rôle important et positif dans l'aménagement du paysage, ce qui pourrait inciter des propriétaires de terrains à planter ceux-ci en féviers et à les louer à des éleveurs.

Plantes sciaphiles et systèmes agroforestiers

BAHRI (1984) a montré l'intérêt que pouvaient présenter en agroforesterie des plantes acceptant l'ombre. A Citibung (Java occidentale), la strate inférieure de la végétation est tout à fait vide près des habitations qui se trouvent dans la forêt-jardin. Le sol est désherbé pour faciliter le passage et pour réduire les risques de feu. A Maninjau (Sumatra ouest), les sous-bois des forêts-jardins, qui sont des forêts-jardins de durian plantées de cannellier et de muscadier, ne sont pas cultivés, sauf en période de crise agricole. La strate s'étendant entre 0 et 5 m est donc une niche disponible

pour l'utilisation de plantes spontanées ou pour la mise en culture de plantes sciaphiles. Celles-ci ont été définies par SCHNELL (1977) comme des plantes "vivant sous une luminosité réduite (sous-bois forestier, etc.) contrairement aux héliophiles qui ne peuvent effectuer leur développement optimal que sous une luminosité forte (plantes de savane, formations secondaires, etc.)". Enfin, il faudrait dans cette niche des forêts-jardins des plantes dont le développement des parties utiles soit favorisé ou au moins permis par l'ombre.

Parmi les sciaphiles susceptibles d'être utilisées dans des systèmes agrisylvipastoraux:

- le taro, *Colocasia*,
- le cocoyam, *Xanthosoma*,
- les *Amorphophallus*, dont la culture diminue, sauf *A. campanulatus* à Java et en Nouvelle Guinée,
- les *Alocasia*, dont la culture est aussi en baisse,
- les *Anthurium*, ornementaux, qui viennent bien sous *Inga edulis* et *Gliricidia Sepium*,
- les *Monstera*, ornementaux également, mais au fruit comestible,
- les *Philodendron*, ornementaux,
- le gingembre,
- le turmeric, etc.

Les Orchidacées et tout particulièrement la vanille sont également très souvent des plantes d'ombre susceptibles de fournir un bon rapport et de s'intégrer dans des systèmes agroforestiers. De même de certaines Rubiacées, et en particulier du caféier, chez qui il a été montré par COSTE (1968), sur des feuilles isolées, qu'une forte intensité lumineuse diminuait la photosynthèse, mais cet effet ne semble ressenti que sur les feuilles extérieures du houppier. En pleine lumière, les rameaux sont 2 fois plus nombreux qu'avec 75% d'ombre et le nombre des feuilles est multiplié par 4. Un fort ombrage réduit l'évapotranspiration, mais aussi l'induction florale et la fructification. En plein découvert, on obtient une meilleure croissance "à la condition expresse de pratiquer une cul-

ture intensive très élaborée (entretien, taille, fertilisation...) (COSTE, *l.c.*)". L'ombrage a l'avantage d'éviter une production excessive des jeunes plants, qui les épuiserait rapidement.

Les Pipéracées sont souvent sciaphiles, comme les poivriers, les bétels, et le kava euphorisant du Pacifique sud, qu'on trouve souvent associés à des systèmes agroforestiers.

Parmi les Sterculiacées, le cacaoyer demande d'autant plus de lumière qu'il dispose de davantage de minéraux: pour cette plante, les conditions d'éclairage idéales sont 50% de lumière dans le jeune âge, puis progressivement 100%. La lumière augmente la production, mais diminue la longévité.

Enfin, parmi les Composées, mentionnons *Setevia rebaudiana*, herbacée vivace d'Argentine, dont les feuilles sucrées permettent d'obtenir une boisson rafraîchissante à basses calories, le maté, qui est appréciée notamment au Japon et en Corée.

On aura remarqué qu'aucune des plantes susceptibles d'être cultivées en sous-bois et mentionnées ci-dessus n'est fourragère. HAVARD-DUCLOS (1967) mentionne cependant des Graminées susceptibles de se développer et de fructifier sous une ombre dense, comme, en zones tropicales: des *Brachiaria*, des *Ichnanthus*, quelques *Panicum*, *Paspalum conjugatum*, *Ospismenus compositus*, *Setaria palmifolia*, etc. Sous une ombre légère, toujours en zone tropicale, les candidates sont plus nombreuses: les précédentes, plus *Axonopus compressus*, *Brachiaria mutica*, *Hyparrhenia diplandra*, *Isachne* sp. pl., *Ischaemum clandestinum*, *Pennisetum clandestinum*, *P. purpureum*, *Themeda triandra*, et, bien entendu, des Légumineuses, à l'exception des *Cajanus* et des *Soja*, qui exigent le plus de lumière possible.

Les Prosopis

Le *Prosopis cineraria* qu'on appelle en Inde "khejri", est un arbre qui peut donner rapidement 5 kg gousses sèches. an⁻¹. Les gousses sont très nourrissantes car riches en protéines et souvent données aux vaches en lactation. Les feuilles peuvent être séchées et se conserver ainsi longtemps; on les donne surtout aux dromadaires, aux moutons et aux chèvres, mais si l'on veut en nourrir des bovins, il faut les faire bouillir dans de l'eau au préalable. Les feuilles sèches sont commercialisées en Inde ("loong"), ainsi que les jeunes rameaux feuillés verts qui sont présentés en paquets de 1/2 kg. GANGULI *et al.* (1964) n'obtiennent que 125 kg.ha⁻¹. an⁻¹ de M.S. fourragère, avec *P. cineraria* et *Zizyphus nummularia* dans les zones semi-arides du Rajasthan.

Le "khejri" est consommé aussi par la faune sauvage. Ses gousses sont consommées par l'antilope cervicapre *Antilope cervicapra* et par le "chinkara" ou gazelle dorcas *Gazella dorcas*. Elles contiennent 11,5% de protéines brutes et ont une valeur énergétique de 6,5 Kcal.g⁻¹; elles sont consommées pendant l'été, surtout en juin, mais l'antilope consomme d'avril à juillet alors que la gazelle consomme surtout en mai et juin, parce que les sables sur lesquels elle vit ont une végétation plus fournie et plus variée, avec une couverture de 52% de *Crotalaria Burhia*, de 44% de *Tephrosia purpurea*, de 17% de *Zizyphus nummularia*, de 2% de *Capparis decidua*, de 2% de *Prosopis cineraria*, avec aussi *Balanites aegyptiaca*, *Maytenus emarginata*, *Leptadenia pyrotechnica*, *Tecomella undulata* et *Calotropis procera*, toutes plantes qu'elle consomme, fraîches ou sèches, et parmi lesquelles se trouvent pas mal de plantes ligneuses. Au contraire, l'antilope vit sur des sols graveleux où *Tephrosia purpurea* couvre le sol à 67%, *Prosopis juliflora* à 17% et les autres espèces beaucoup moins: de *P. cineraria* (3%) et *Capparis decidua* (5%) à *Crotalaria Burhia* (0,47% !) en passant par *Acacia*

nilotica, *A. Jacquemontii*, *Zizyphus nummularia*, *Leptadenia pyrotechnica* et *Tamarix articulata*. Quand les conditions d'aridité augmentent, la gazelle mange beaucoup de graines, sans doute pour leurs protéines comme elle fait au Negev avec les graines d'acacias.

Au Soudan, les prosopis introduits dès 1917 sous le nom de *Prosopis juliflora* (Swartz) DC. appartiennent au moins largement à l'espèce *P. chilensis* (Molina) Stuntz (ABDEL BARI, 1988). Comme l'a montré MUSTAFA (1986), le *P. chilensis* s'installe facilement, en particulier sur les sables épais très secs des environs de Khartoum et du Kordofan. Sa propagation est largement facilitée par le transit intestinal chez les ruminants, les chèvres en particulier. La composition des gousses qui commencent à apparaf-

tre dès la cinquième année et diminuent en nombre après la vingtième année, celle du feuillage et celle des graines sont satisfaisantes: elle est en protéines brutes de 12,5% pour les gousses, de 14,81% pour le feuillage et de 32,5% pour les graines; elle est respectivement de 27,2%, 21,4%, et 12,2% en fibres brutes, de 53,1%, 48,9%, et 47,6% en extractif azoté et de 4,9%, 12,9%, et 4,7% en cendres (ABDEL GABAR, 1988). L'arbrisseau peut donc fournir une ration d'entretien satisfaisante pour les petits ruminants, surtout en mélange avec d'autres plantes pastorales: on peut aussi donner le prosopis en mélange avec des tourteaux de "karkadeh", *Hibiscus Sabdarifa*, ou avec des mollasses, dont les bas prix justifient l'utilisation, en particulier pendant la saison sèche: on obtient ainsi des animaux en assez

Physiologie d'un Prosopis

Peu d'études physiologiques ont été faites sur les arbres désertiques (TURNER, 1963) et en particulier sur les phréatophytes, plantes qui transpirent plus d'eau que n'en apportent les précipitations. Dans le désert du Sonoran, aux U.S.A., le *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* reçoit plus de 50% de l'azote qu'il accumule de la fixation de l'azote atmosphérique. La durée de la production des feuilles est brève. La production de feuilles et l'allongement des rameaux sont rapides (jusqu'à 28 feuilles par rameau par semaine!) et de courte durée (1 à 3 semaines). Le diamètre des rameaux augmente de façon continue de février à décembre. Il y a deux séries de feuilles produites dans l'année et la seconde est moins importante que la première. Environ 80 à 90% des feuilles naissent des noeuds de plus d'un an (brachyplastès): elles sont très brièvement juvéniles puis restent adultes pendant cinq mois. Les feuilles survivantes sont plus nombreuses de la première série que de la seconde. Celles de la seconde sont plus petites. C'est de mai à octobre, pendant la saison chaude et sèche, qu'est développée la plus grande surface foliaire. Pour la première série de croissance des feuilles, c'est en fin avril qu'on a la plus grande surface foliaire par noeud, c'est-à-dire plus tard que le plus grand nombre de feuilles, en raison de l'expansion des feuilles (et de la chute de quelques-unes) qui suit l'initiation.

Les inflorescences sont produites en même temps que la première série de feuilles mais elles mûrissent plus tard. On compte une maturation de gousses pour 100 fleurs ou une inflorescence, en avril-mai. Dans chaque gousse, il y a 12 graines dont 5 sont tuées par les bruchides et 6 ou 7 par les rongeurs ou les coyotes! Environ 40% des feuilles sont dévorées par des Insectes, 45% de la première série de croissance et 38% de la seconde: surtout en mai-juin, quand elles sont le plus riches en protéines. De 70 à 100% des nouvelles pousses perdent leur méristème apical avant deux semaines suivant le début de la croissance, du fait des Insectes qui les mangent.

La croissance très rapide est indépendante de la pluviosité: elle est une adaptation contre les Insectes, qui ne s'attaquent pas aux feuilles mûres.

(NILSEN *et al.*, 1987)

bonne forme au début de la saison des pluies pour pouvoir être engraisés de façon rentable. La plante ne doit pas être donnée pendant plus de 13 semaines aux ovins: d'ailleurs l'ingestion de 10 g.kg⁻¹ P.V. entraîne la mort chez les moutons et les chèvres si elle est répétée pendant 4 à 5 semaines pour les feuilles et pendant 5 à 8 semaines pour les gousses vertes et encore plates.

Dans l'Etat de Pernambuco (Brésil), on utilise des gousses de *P. juliflora* pour terminer l'embouche de chèvres (PRIMO *et al.*, 1988). Dans les rations des petits ruminants de l'Etat du Nordeste (Brésil), on remplace quelquefois les molasses par des gousses de *P. juliflora*. Mais l'un des emplois les plus intéressants de *P. juliflora* est son utilisation sous forme de farine de gousses dans l'alimentation des poules pondeuses.

Sous l'impulsion de Fernando RIVEROS, la F.A.O. a publié un ouvrage résumant les connaissances sur *P. juliflora* (HABIT *et al.*, 1988), comparable à celui qu'elle avait publié auparavant sur *P. Tamarugo* (HABIT, 1985). *P. alba* produit des gousses contenant 25% de glucose et 10% de protéines; il a une bonne aptitude à la régénération par rejets (COS-SALTER, 1983).

L'un des *Prosopis* sur lesquels des recherches sont nécessaires est africain; il s'agit de *P. africana*. Des *Rhizobium* peuvent aisément le noduler, soit à partir de souches provenant de la plante-hôte elle-même, soit à partir de souches isolées d'*Albizzia Lebbeck* (Al 6 ou Al 10) ou de *Macroptilama africanum* (CB 756). Ces souches sont soit à croissance lente, soit à croissance rapide. Au contraire, *Prosopis juliflora* ne peut être inoculé qu'à partir de souches à croissance rapide, comme ORS 911 d'*Acacia farnesiana* ou 11 ou 94 A4, toutes les deux isolées de *Leucaena leucocephala*. Comme il se passe pour des plantes annuelles, il semble probable que dans les sols du Sénégal, les souches susceptibles de provoquer la nodulation chez *P. juliflora* soient détruites très rapidement

par les souches normalement présentes dans les sols, qui inoculent *P. africana*. Aussi est-il nécessaire d'inoculer *P. juliflora* avec des inoculums appropriés si l'on veut qu'il joue son rôle de fixateur d'azote.

Dans un essai portant sur 14 groupes d'espèces de *Prosopis*, ODUOL *et al.* (1986) ont trouvé que *P. velutina* avait les gousses les plus riches en protéines mais les plus pauvres en sucres, pour lesquels *P. alba* a les taux les plus élevés. FELKER *et al.* (1984) ont montré avec le même matériel que *P. velutina* est le meilleur producteur de gousses (en kg.arbre⁻¹).

Dans les déserts du Chili septentrional existent quelques 3200 ha de forêts naturelles de *Prosopis Tamarugo* et de *P. chilensis* (algarrobo) et près de 25 000 ha de plantations, qui alimentent un troupeau de chèvres et de moutons. La production moyenne de gousses chez *P. chilensis* a été de 31 kg arbre⁻¹ en 1981 et de 117 kg arbre⁻¹ en 1982, tandis qu'elle était de 87 kg arbre⁻¹ en 1981 et de 104 kg arbre⁻¹ en 1982 chez *P. Tamarugo* (ZELADA, 1986). De grandes différences ont été notées d'un arbre à l'autre et, pour chaque arbre, d'une année à l'autre. En moyenne les grands individus de *P. Tamarugo* dont le diamètre de

la couronne dépasse 11 m donnent 60kg de feuilles et 42 kg de gousses par arbre et par an, tandis que les arbres de moins de 4 m de haut, dont le diamètre de la couronne est inférieur à 7 m, ne produisent chaque année que 10kg de feuilles et 1,5 kg de fruits en moyenne. Les gros *P. chilensis* donnent en moyenne 88 kg feuilles.arbre⁻¹.an⁻¹ et 28 kg gousses; celle-ci, comme chez le tamarugo, ont une haute teneur en protéines mais un rapport Ca/P faible. Les chèvres sont plus efficaces en digérant les fourrages grossiers, comme le tamarugo, et en consomment plus que les moutons. Ceux-ci, bien que plus efficaces pour digérer les fourrages de bonne qualité, comme celui de l'algarrobo, en consomment cependant moins que les chèvres.

Essais au Cameroun

Sur les quelques 150 ha de reboisements pilote et d'essais qu'avait installés en 1990 le Projet Nord Est Bénoué dans la province du Nord du Cameroun, PELTIER (1990), après une analyse approfondie de la situation, a proposé:

- Pour les boisements d'eucalyptus sur sols médiocres ou latéritisés, une coupe rez terre pour les arbres de 3 à 5 ans, par lignes complètes, pour éviter l'ombre sur les rejets et les coupes anarchiques incontrôlables;

Ligneux fourragers en Mongolie

En Mongolie, dans une steppe à *Altium polyrhizum* et *A. mongolicum* avec *Stipa gobica* rare et, dans les ligneux, dominance d'*Anabasis brevifolia* (quelquefois en taches de 1 km de diamètre), avec aussi de rares *Artemisia xerophytica*, et *Kochia prostrata* associée à *Eurotia ceratoides*, le système racinaire des ligneux est compris entre 0 et 80 cm de profondeur, avec un étalement horizontal traduisant une adaptation pour capter le maximum d'humidité. C'est le système de l'armoise qui est le plus développé et qui occupe le plus grand volume. Les aulx et les stipes occupent des niches spécifiques réduites et bien différentes de celles occupées par les ligneux.

Les réserves en humidité, humus et éléments nutritifs sont mieux exploitées par les ligneux. On trouve par hectare dans la couche de 0 à 80 centimètres: 502,2 t d'humidité totale, 96,81 t d'humus, et 3,46 t d'azote total. Le sol, qui est non salé en surface, contient 0,03 - 0,07% d'azote total dans les couches supérieures, et 0,01 à 0,02% en profondeur; il est sableux ou limoneux-sableux ou légèrement limoneux, et convient à ces ligneux qu'on peut donc développer même par semis.

(ALJMAEV, 1987)

- Pour les boisements d'eucalyptus sur bons sols, qui donnent jusqu'à $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$ (Mbella, Mayo M'barka, etc.), une rotation à 10 ans pour produire des poteaux, avec utilisation des produits intermédiaires sous forme de perches et de bois de feu;
- Pour le *Cassia Siamea*, une taille régulière avec exploitation par lignes tous les 3 à 5 ans;
- Pour le neem et le caillédrat, *Khaya senegalensis*, sur sols médiocres à pauvres, enlever une ligne sur deux, qui rejettera, puis après 4 à 5 ans, sélectionner les plus beaux arbres sur les lignes à un écartement de 8m et enlever les autres;
- Pour le peuplement de caillédrat sur bon sol de Mbella, l'un des plus beaux d'Afrique, ramener la densité à $100 \text{ arbres} \cdot \text{ha}^{-1}$ en 10 ans: pour cela, sur chaque carré de 4 arbres plantés à $5 \times 5 \text{ m}$, n'en laisser que 3 à l'année 0, pratiquer un léger élagage, puis en laisser 2 à l'année 5, plus élagage, et en laisser 1 à l'année 10, plus élagage; cette éclaircie forte devrait éviter de former des arbres maigres et malades.

Dans la mesure où un peu d'herbe restera disponible, le pâturage pourra se pratiquer, au moins dans les situations 2, 3, 4, et 1. Les plantations de fixation des rives des mayos avec *Eucalyptus camaldulensis* (50 ha), qui peuvent donner jusqu'à $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$, sont à exploiter rapidement et à compléter s'il y a lieu. Une entreprise devrait être montée pour traiter les poteaux (10% du peuplement seulement, car les arbres n'ont pas une bonne forme) et fendre et carboniser le reste, en payant une redevance aux agriculteurs propriétaires et aux communau-

tés, pour les responsabiliser et leur montrer l'avantage de produire des bois de bonne forme. L'utilisation pastorale de ces boisements doit rester prohibée.

Autour des cases, les espèces locales utiles sont peu plantées. On trouve cependant les espèces suivantes:

- baobab, pour ses feuilles surtout,
- néré, pour le soubala,
- karité, pour son beurre,
- jujubiers, pour leurs fruits,
- *Vitex Doniana*, pour ses fruits,
- *Celtis integrifolia*, pour ses feuilles, son ombre, ses usages en pharmacopée,
- figuiers, pour leurs feuilles pour le bétail, pour leur ombre,
- rônier, pour leurs feuilles (artisanat), et leurs fruits,
- *Ceiba pentandra*, pour son kapok,
- *Bombax costatum*, pour son kapok.

Quelques paysans ont semé du ricin, ou du *Moringa oleifera*, et ont bouturé *Commiphora Kerstingii* pour faire des piquets vivants. Un gros effort devrait être fait pour semer des essences fruitières et des arbres donnant de la nourriture.

A Bibémi, le lamido a déclaré que les agriculteurs ne percevaient pas bien les avantages de *Faidherbia albida* et étaient "hostiles à l'introduction de cet arbre épineux dont ils ne connaissent pas l'utilité" (PELIER, l.c.). Des volontaires pour tester cette espèce agroforestière sont recherchés, et d'autres pour le néré ou pour le karité.

Le tagasaste

Le tagasaste ou luzerne arborée, *Chamaecytisus proliferus*, est utilisé comme ligneux fourrager dans les îles Canaries

et dans de nombreuses régions du globe qui ont un climat comparable. Son potentiel pour améliorer la production animale dans des régions avec un climat méditerranéen chaud a été reconnu récemment. Malheureusement, les populations sauvages sont très rares. Le surpâturage par les animaux domestiques et par les lapins a relégué ces populations sur des falaises d'accès. Aussi l'I.B.P.G.R. (1990) a-t-il lancé une campagne de soutien à un projet de l'Université de Birmingham (U.K.) visant à récolter autant de souches sauvages que possible dans les endroits les plus inaccessibles. En 1992, plus de 196 échantillons avaient été récoltés, représentant 184 provenances différentes, et constitués essentiellement par du matériel sauvage. L'équipe britannique a récolté aussi des herbiers, des échantillons de terre et des nodules rhizobiens, ce qui permet de commencer un travail de recherche prometteur sur l'amélioration du tagasaste.

Ligneux fourragers du Pakistan

Avec le soutien de l'I.B.P.G.R. une importante campagne de récolte de spécimens et de génotypes de ligneux fourragers et fruitiers a été lancée au Pakistan par le Conseil national de la recherche agricole (NARC) (I.B.P.G.R., 1990). Elle porte notamment sur les genres *Diospyros*, *Ficus*, *Juglans*, *Malus*, *Pistacia*, *Prunus*, *Pyrus*, *Ribes*, *Rubus* et *Vitis*. La rusticité, la résistance à la sécheresse, la rapidité de croissance, et la précocité dans la fructification sont parmi les caractères les plus recherchés dans un premier temps.

6. Aménagement

L'aménagement est l'ensemble des opérations que constituent l'inventaire, la détermination de la possibilité, et le choix d'une rotation. C'est une ancienne notion créée et développée par les forestiers français du XVIII^e siècle. On l'a depuis étendue à bien d'autres domaines que la forêt. On trouvera des explications sur la notion d'aménagement dans plusieurs de nos ouvrages antérieurs (BAUMER, 1987; BAUMER *et al.*, 1974).

Ergonomique

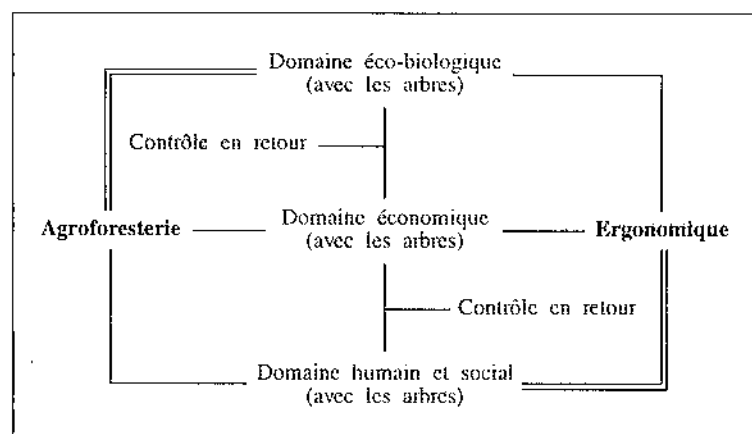
On a défini l'ergonomique comme la science des relations entre l'Homme et son environnement de travail. La tâche de l'ergonomique est d'optimiser les systèmes de travail, d'adapter le travail à l'Homme. En termes d'environnement écologique, l'ergonomique vise à donner à l'Homme une position convenable dans le système de production, et cela a pour conséquence, notamment dans les pays pauvres, d'ajuster les maigres disponibilités aux besoins. Cette science contribue donc au développement à la base, parce que ses activités s'exercent en priorité au niveau de l'individu, puis des individus et des petits groupes sociaux.

En particulier dans les applications de l'agroforesterie, comme dans toutes les sciences rurales, l'ergonomie considère l'Homme comme un facteur de production dont il faut connaître le rendement journalier, mais aussi comme un élément cible dans le système social, dont le travail vise à améliorer la condition, ce qui oblige à prendre en considération ses aspirations, ses besoins matériels et sociaux, et ses exigences. Dans un système agroforestier, on s'impose en effet de considérer l'Homme en même temps comme un objectif et comme un outil, alors qu'en ergonomique, l'Homme est toujours le but, non le moyen, et on ne

fait pas de distinction entre sa personnalité et son potentiel de travail, entre le travailleur et l'individu en tant que personne privée. Mais on manque tellement d'informations précises sur l'Homme, par exemple sur sa capacité de travail, ses motivations, son état de santé ou sa manière de se nourrir, qu'on ne peut guère évaluer en tant que moyens de production des personnes qui vont s'employer dans un programme agroforestier. Il n'est pas possible dans l'état actuel des connaissances de prédire ou d'évaluer les interactions entre l'Homme et le système de production agroforestier, telles que stress, productivité, motivation, etc.

La zone de contact entre l'Homme et le système de production est susceptible d'être le champ de conflits importants. En fonction des objectifs de planification à long terme des entreprises agroforestières, les objectifs sociaux peuvent ne pas être atteints, par exemple parce que:

- L'Homme en tant que facteur de production a été surexploité à un point tel que les objectifs de production atteints ne sont plus en accord avec les objectifs sociaux (par exemple, maintien en bonne santé impossible
- si le travail est par trop excessif, comme il peut arriver par exemple en période sèche s'il faut passer plusieurs nuits consécutives à tirer de l'eau pour des animaux en trop grand nombre).
- L'Homme en tant que facteur de production n'a pas été suffisamment motivé pour atteindre les objectifs de production fixés ni les objectifs sociaux.
- L'Homme en tant que facteur de production n'a pas été utilisé efficacement, parce qu'il y a eu insuffisance dans la planification, par exemple insuffisance des équipements techniques, des procédures ou des flux de travaux.
- L'ignorance pour des besoins humains, ou le manque de considération pour eux, a pu conduire une population à repousser un projet agroforestier et à élaborer une résistance à d'autres projets ultérieurs.
- Des conflits peuvent naître de changements dans la hiérarchie sociale, de l'introduction de nouveaux processus de production, ou d'un manque de connaissance de la structure sociale.



Ces exemples visent à montrer que l'association de l'agroforesterie et de l'ergonomie pourrait améliorer les chances de mettre au point avec succès des moyens et des solutions pour le développement rural. Le graphique ci-dessus donne un exemple d'intégration de l'agroforesterie et de l'ergonomie.

En Inde, par exemple, on estime que l'agriculteur des régions sèches n'est employé que 120 à 150 jours par an pour ses activités agricoles au sens large, ce qui lui donne en théorie beaucoup de temps pour faire autre chose, des objets artisanaux par exemple (KHANDALE, 1990).

Parmi les objectifs de l'aménagement, le niveau de production, la stabilité et la durabilité sont particulièrement importants.

Le niveau de production peut s'évaluer sur différents éléments, comme les extrants, les revenus monétaires, ou la consommation par l'Homme. Il convient de l'évaluer sur plusieurs décennies. Il doit être fixé à un niveau élevé, pour satisfaire le plus de besoins possibles, mais le niveau est limité par la durabilité. Par exemple, si l'on émonde trop souvent et trop fort des arbres fourragers, ils ne supportent pas longtemps le traitement, et leur vigueur diminuera, entraînant une baisse de production (instabilité), voire la mort (non-durabilité).

La stabilité se définit comme la variabilité autour d'une tendance. On la mesure par le coefficient de variation autour de la courbe de tendance. La période pendant laquelle on mesure la stabilité d'un système a une grande importance. Par exemple, si l'on considère sur une rotation complète un système ligneux producteur de fourrage où l'on récolte chaque année, il sera instable s'il est équienne: la production marquera une augmentation croissante dans les jeunes années, puis un palier, puis une chute. Au contraire, si le système est fait d'individus d'âges variables en proportions

convenables (c'est-à-dire relativement beaucoup plus d'individus très jeunes, et plus de jeunes que de vieux arbres), la production sera à peu près constante, et la stabilité sera très grande.

La durabilité se rapporte à la direction de la tendance à long terme. Des systèmes durables sont ceux où la courbe de tendance à long terme est horizontale ou monte. Des systèmes instables, quelque soit le critère évalué, biologique, physique, économique ou social, sont ceux où la tendance à long terme est à la baisse, aboutissant à l'effondrement du système. En fin de compte, l'absence de durabilité se traduit par la mort.

Gestion des arbres

Dès 1938, KUHNHOLTZ-LORDAT écrivait:

"La mise en défens et l'aménagement peuvent être compris de telle manière que la pâture ne soit plus l'ennemi de l'arbre.

"L'équilibre sylvo-culturo-pastoral aurait pu être réalisé pour longtemps si la notion de récupération avait été appliquée à la forêt et si l'on avait limité parallèlement le bétail et l'espace réservé en culture, principes parfaitement connus au Moyen Age par les Cisterciens qui avaient réalisé avec les moyens de l'époque l'équilibre entre champs, élevage et forêts."

On a quelquefois tendance, et surtout les écologistes, à vouloir proscrire les interventions des hommes sur les arbres (coupes d'éclaircie, élagage, etc.) sous prétexte qu'elles ne sont pas naturelles. En particulier, on s'imagine souvent que les forêts vierges ou naturelles ont dans leurs qualités supposées celle de rajeunir et de se régénérer de façon continue, pour assurer leur propre avenir, et que laissées à elles-mêmes, elles prendront une structure idyllique rappelant celle des futaies jardinées mélangées. Il n'en est rien: les forêts naturelles ne restent pas semblables à elles-mêmes au fil des années, elles changent beaucoup, elles

ont du mal à se régénérer, elles ne se régénèrent pas de façon continue chaque année, mais seulement lorsque les conditions climatiques sont favorables; la concurrence intraspécifique n'exclut pas systématiquement les plus jeunes individus; le résultat de l'évolution naturelle est une mosaïque inéquienne où la composition spécifique est variable. Comme la régénération est le résultat de processus nombreux: floraison, pollinisation, pollinisation et fécondation, maturation, dissémination, non-consommation des graines par des prédateurs, germination, approvisionnement de la plantule en eau et en éléments nutritifs, etc., sa prévision est pratiquement impossible. Il en résulte qu'il est parfaitement justifié sur le plan socio-économique comme sur le plan écologique de ne pas abandonner à la nature la régénération des ligneux, qu'ils soient isolés ou en peuplements, mais de les conduire en fonction des objectifs que l'on poursuit. Au surplus, comme l'a rappelé HUBERT (1989), les conclusions que l'on a pu tirer pour une espèce ligneuse ne sont généralement pas applicables à d'autres espèces.

Il serait opportun de rappeler ici que ce qu'on appelle "nature" est souvent le produit d'une influence humaine. La variation de l'idée de nature au cours de âges est d'ailleurs suffisamment importante pour que le C.N.R.S., et notamment feu le R.P. Robert LENOBLE, qui y fût directeur de la section "Philosophie", y consacra une de ses séries d'études. La Camargue, dans le delta du Rhône, est considérée de nos jours comme naturelle, alors qu'elle est le résultat de la superposition ininterrompue depuis le Moyen Age d'entreprises humaines souvent contradictoires de valorisation de ce territoire lacustre et instable; ont été mis en place au cours des siècles des écosystèmes originaux qui sont aujourd'hui qualifiés d'espaces naturels, et dont les dernières grandes étapes ont été, en 1927, la création dans les enganes et les sansouires de la Réserve nationale de Camargue au coeur du delta du Rhône, puis l'introduction à échelle industrielle

de la culture du riz en 1939 par les tirailleurs annamites appelés en France pour y faire la guerre, et, en 1970, la création d'un Parc naturel régional qui a pour fonction de gérer cette complexité, les équilibres socio-économiques étant ici considérés comme les garants de l'existence des "paysages naturels". Ceux-ci regroupent en particulier des étangs servant de refuge au gibier d'eau migrateur ou non, de vastes étendues plates et salées où sont élevés les taureaux des manades et les chevaux camarguais, des marais salants parsemés de tamaris et de saules, des rizières modernes entièrement mécanisées, et même une Réserve forestière, celle du Bois des Rièges, qui abrite les derniers spécimens en France de *Juniperus phoenicea*.

On sait peu de choses de la manière dont les paysans gèrent leurs espaces avec des ligneux: en fait, ils ne les gèrent pas du tout ou plus exactement pas vraiment, -d'autant moins qu'ils n'en ont pas la tenure-, se contentant le plus souvent d'y cueillir quelques produits ou de les faire pâturer sans entraves par leurs animaux. On sait encore moins comment pratiquent les éleveurs stricts, les nomades. Depuis quelques années, on sait toutefois, en particulier par les travaux du Projet intégré sur les zones arides au Kenya (IPAL), que les nomades consomment moins de bois de feu que de bois pour construire des clôtures temporaires pour leurs animaux.

On sait peu de choses sur la dynamique et l'aménagement des formations ligneuses dans les zones arides et semi-arides. C'est pourquoi les études faites dans le cadre d'IPAL (Programme intégré sur les zones arides) de l'UNESCO, au Kenya, sont si intéressantes (LAMPREY, 1983). Dans la brousse à *Acacia reficiens* et *A. mellifera* peu broûtée où ces deux espèces comptent respectivement 300 et 250 individus par hectare, on trouve comme espèces associées par ordre d'individus décroissants *Acacia nubica*, *Maerua* sp., *Grevia tenax*, *Cadaba* sp., *Salvadora persica*, *A. tortilis*,

Commiphora sp., pl. *A. Senegal*, *Euphorbia cuneata*; toutes ces espèces comptent moins de 11 individus à l'hectare. Dans ce type de peuplement sur le transect d'Olturot, on a trouvé une biomasse de 4,7t.ha⁻¹, une production annuelle de matière sèche ligneuse de 375 kg.ha⁻¹ et une production de feuillage annuelle de 72 kg de matière sèche par hectare.

Dans une brousse à *A. reficiens* très dominant la biomasse n'est que de 3,65t.ha⁻¹ de matière sèche, et la production annuelle de matière sèche ligneuse de 290 kg.ha⁻¹. Mais la proportion de bois et de feuilles varie avec la structure de la communauté par classes. Chez des grands arbres à la couronne mesurant plus de 14 m de diamètre, la production annuelle de feuillage est inférieure à 1% de la biomasse totale aérienne. Le même auteur (LAMPREY, *l.c.*) a dressé des courbes de régression montrant la relation entre le diamètre de la couronne et le poids sec de bois: chez *Acacia reficiens*, les individus avec une couronne

de 2m de diamètre ont en moyenne 2kg de matière ligneuse; ceux qui ont une couronne de 4m ont en moyenne 10kg de matière ligneuse; la courbe de régression est une droite. Chez *A. mellifera*, les arbrisseaux donnant 1kg de bois sec ont une couronne de 1,8m de diamètre et ceux qui ont une couronne de 3m donnent en moyenne 10kg: la courbe de régression est parabolique.

On a mesuré aussi la production de feuillage de quelques espèces ligneuses. (voir tableau 64)

Par ailleurs, on a recherché la relation entre le poids frais de rameaux de 30cm (20 rameaux par espèces) et le poids frais des feuilles qu'ils supportent. On a obtenu les chiffres suivants du tableau 65.

Dans les essais de plantation de ligneux faits au Kenya avant 1982 dans la zone d'IPAL, 29 espèces indigènes ou exotiques furent essayées, dont 4 seulement ont été jugées dignes de faire l'objet de

	Nombre d'individus mesurés	g de feuillage sec par m ² de couronne	déviati on standard en g.m ⁻²
<i>Acacia mellifera</i>	18	52,34	35,23
<i>A. nubica</i>	10	40,72	19,37
<i>A. reficiens</i>	10	52,33	34,33
<i>A. tortilis</i>	10	72,86	36,77
<i>Cordia sinensis</i>	4	133,54	50,74

Tableau 64 - Production de feuilles d'espèces ligneuses.

Source: LAMPREY, 1983

	Poids frais de rameaux (R)	Poids frais de feuilles (F)	R/F
<i>Acacia mellifera</i>	69,8	41,3	1,69
<i>A. nubica</i>	55,7	63,2	0,88
<i>A. reficiens</i>	55,0	24,5	2,24
<i>A. tortilis</i>	63,5	78,5	0,80
<i>Cordia sinensis</i>	84,3	127,9	0,66
<i>Maerua</i> sp.	56,0	108,9	0,51
<i>Salvadora persica</i>	39,8	147,5	0,27

Tableau 65 - Rapport du poids des rameaux à celui des feuilles.

Source: LAMPREY, 1983

Compétition dans des plantations intercalaires

Planter des buissons appétibles et des Légumineuses dans une parcelle d'*Agropyron desertorum* et d'*A. cristatum* pourrait augmenter la production de fourrage et sa qualité. Le pâturage préférentiel des Graminées et des Légumineuses au printemps peut favoriser les plantules des buissons. On introduit *Artemisia tridentata* ssp. *vaseyana*, *Kochia prostrata* et *Atriplex canescens*. On fait pousser chaque espèce avec des Graminées d'une part, et avec des Graminées et de la luzerne cv. Iadak d'autre part. Chacune des cinq espèces est aussi cultivée seule. Des parcelles ne sont pas fauchées. D'autres sont coupées en fin mai et au début juin, en pleine croissance. Les buissons ont une plus grande croissance annuelle courante (C.A.C.), de plus grandes productions relatives, une plus faible mortalité et davantage d'inflorescences en monoculture qu'en mélange. Les Graminées ont un plus grand C.A.C. en mélange qu'en monoculture. Les Graminées et la luzerne produisent plus en mélange qu'en culture pure. Couper la luzerne et les agropyrons a accru le C.A.C. des buissons, a réduit leur mortalité et a augmenté le nombre d'inflorescences, mais l'accroissement en C.A.C. des buissons et en inflorescences dû à la coupe n'atteint pas les résultats de la monoculture. Il n'y a pas d'interactions entre la compétition et la fauche. En termes de C.A.C., de mortalité et de floraison, *A. tridentata* est meilleure que *Kochia prostrata*, qui est meilleure qu'*Atriplex canescens* mais les relations sont très complexes. La contribution des buissons à la biomasse est très minime. Bien que la luzerne ait dominé la production, les Graminées y contribuent bien aussi. Etant donné que la compétition était plus importante que la fauche dans la détermination de la réponse des sous-arbrisseaux et que les deux effets étaient indépendants, il est sans doute plus important de réduire la compétition interspécifique que de modifier les pratiques de pâturage quand on plante des buissons dans une parcelle d'agropyrons.

(PENDERY *et al.*, 1987)

nouvelles plantations, en raison de leur taux de survie et de leur croissance en hauteur: *Prosopis chilensis*, *Azadirachta indica*, *Parkinsonia aculeata* et *Leucaena leucocephala*, toutes exotiques.

Les pasteurs ne cultivent pas de fourrage et encore moins de ligneux fourragers parce que ce ne serait pas économique: les pasteurs n'ont que très peu de temps non-occupé, au contraire des agriculteurs, et nourrir et abreuver leurs troupeaux les occupe à plein temps, toute l'année. Dans l'ensemble, nourrir le bétail avec le fourrage naturel, même si la qualité de celui-ci est basse, est généralement une meilleure option économique que de cultiver du fourrage. Depuis quelques années, on assiste à un effort de pasteurs pour se créer de petits enclos prélevés sur les terres non attribuées, où ils commencent à produire du fourrage: ceci part d'une bonne intention peut-être justifiable techniquement mais amène

des conflits avec le reste du groupe pastoral, en droit de se prétendre utilisateur des terres, et avec le groupe des agriculteurs sédentaires, qui prétend aussi avoir seul le droit à ce mode de faire-valoir.

Dans une étude faite dans les régions arides du Rajasthan, on a montré que les revenus annuels nets de systèmes sylvi-pastoraux se situaient entre 360 et 3270 roupies indiennes par hectare, suivant les espèces ligneuses utilisées et leur rythme d'exploitation, et en utilisant un taux d'escompte de 11 % (en juillet 1989, le dollar américain était équivalent à 15 roupies). Par comparaison, les revenus de systèmes culturaux annuels étaient de 180 roupies, de 20 roupies seulement en tenant compte du travail fourni par les membres de la famille, et de seulement 6,5 roupies en comptant les revenus des ligneux pré-installés. On n'a pas eu de mal à en conclure que les systèmes sylvi-pastoraux étaient recommandables pour leur attrait économique

autant que pour les bénéfices qu'en tire l'écologie. Dans des plantations d'arbres, P. SINGH *et al.* (1986) ont trouvé un bénéfice net de 1830 roupies par hectare pour un pâturage intensif sous le couvert pendant trois ans. Si l'on remplace le pâturage direct des animaux par la coupe du fourrage, les bénéfices diminuent de 20 à 35 %. Sur le long terme, en agrandissant l'exploitation, et en introduisant des Légumineuses, et en prenant en compte la conservation du sol, on obtient des résultats meilleurs.

La conduite de l'arbre peut avoir une grande importance sur son rendement, et, par conséquent, sur la façon dont il est accepté par la population. Dans certaines régions du Projet de développement rural au Turkana, qu'a soutenu NORAD au Kenya, comme près de Lorugum, de grands espaces ont perdu pratiquement tous leurs *Acacia tortilis* dans les années entre 1960 et 1970. Les chefs et les Anciens ont su imposer ensuite des règles qui ont permis une reprise assez rapide de l'espèce. Il est encore permis de couper du bois d'*A. tortilis*, mais seulement sur les branches latérales. Ainsi, la pousse terminale peut continuer à pousser jusqu'à ce qu'elle soit hors d'atteinte des chèvres. Grâce à cette mesure, on a pu voir apparaître une régénération de dizaines de milliers de jeunes acacias dans la région (KERKHOF, 1990).

Au Mexique, l'aménagement sylvi-pastoral n'est pas fort répandu; il n'y a que depuis quelques années qu'on s'efforce de préciser les conditions d'utilisation par le bétail de peuplements forestiers existants, ou d'aménager des cultures fourragères pour compléter les ressources fourragères de la forêt (PARRA HAKE, 1988). Dans quelques Etats, on pratique des coupes pour faciliter l'accès des troupeaux à des peuplements arborés qui constitueront une protection contre les intempéries en hiver, contre la chaleur en été, et qui produiront quelque fourrage tout au long de l'année. On brise la végétation avec des chaînes ou des rouleaux pour permettre au bétail de

circuler plus facilement et de se nourrir librement. Dans les régions arides et semi-arides, les cactées, surtout celles du genre *Opuntia*, jouent un rôle important et sont consommées par les animaux, mais aussi quelquefois par les humains, surtout pendant les périodes de pluviosité faible ou nulle.

Gestion du feu

Les ligneux résistent très différemment au feu. Certains ont une écorce épaisse qui les protège efficacement contre les effets de feux faibles ou modérés; ainsi de *Butyrospermum Parkii*, *Cussonia Barteri*, *C. Kirkii* en Afrique de l'Ouest (HOPKINS, 1962), *Strychnos cocculoides*, *Parinari curatellifolia*, *Acacia Davyi*, *A. sieberiana* en Afrique australe (FROST, 1984). Il ne faut pas confondre ces espèces protégées du feu par leur écorce épaisse avec celles qui ne souffrent pas du feu parce qu'elles se trouvent dans des endroits qui lui échappent le plus souvent, comme celles qui se trouvent sur des termitières, ou sur les bords de cours d'eau, telles *Diospyros mespiliformis*, *Schotia brachypetala*, *Mimusops Zeyheri*, ou celles qui sont restreintes à des pointements rocheux, comme *Rhus squammosa*, ou celles qui se trouvent dans des bouquets denses de ligneux, comme *Ehretia rigida*, *Diospyros lycioides*, et beaucoup d'autres (FROST, 1985b). Un certain nombre d'eucalyptus ont une écorce épaisse, mais seulement dans la partie inférieure du tronc, ce que GILLISON (1983) suppose être une adaptation au feu: il en est ainsi d'*Eucalyptus miniata* et d'*E. tereticornis*. Il ne semble pas exister encore de résultats d'expérimentation systématique de l'effet protecteur de l'écorce en fonction de son épaisseur, de sa structure, etc. contre les effets du feu, bien que des essais contrôlés aient été faits dans ce sens notamment à la Station de sylviculture méditerranéenne d'Avignon (France), aux U.S.A. et en Australie. Il existe un certain nombre de méthodologies pour ces mesures difficiles, à partir de sondes, de "photogra-

phies" colorées pour traduire la température atteinte sous écorce, etc. Mais par exemple, comment choisir les points pour approcher des températures maximum et moyenne, et combien en choisir? Une autre approche existe, par le calcul de l'énergie, de la puissance au contact du collet (température externe), puis la notation des mortalités enregistrées par la suite.

RUSHWORTH (1975) a montré que pour six espèces buissonnantes des sables du Kalahari, le nombre moyen de nouvelles pousses par plante était respectivement de 14,8 dans une zone brûlée et de 1,9 dans une zone non brûlée. Le feu n'a pas seulement un effet direct sur la végétation ligneuse, il a aussi un effet indirect. Les effets du feu sur la population animale sont variables en fonction des espèces concernées, et, d'une certaine manière, en fonction de l'intensité des feux. Les oiseaux et les grands Mammifères, qui sont mobiles, ne souffrent guère des feux; cependant, il n'est pas rare de trouver, par exemple dans des journaux pour les jeunes ou dans des pamphlets écologistes, des images alarmantes montrant des savanes ou des forêts en train de brûler et une foule d'animaux en train de mourir ou d'essayer d'échapper au feu: tigres, gazelles, antilopes, zèbres, etc. Les dommages causés directement par le feu à ces animaux sont cependant exceptionnels. Par contre, la destruction de leur habitat peut avoir de fâcheuses conséquences, notamment sur les sources de leur ravitaillement. Toutefois BRYNARD cité par FROST (1985 a), rapporte un cas où un grand nombre de gros Mammifères ont été brûlés dans un incendie de fin de saison sèche au Parc National Kruger (Afrique du Sud). Les Invertébrés sont habituellement plus touchés. GANDAR (1982), lui aussi cité par FROST (*l.c.*), signale la quasi complète disparition des Insectes vivants sur *Ochna pulchra* et la mort d'environ 30% des sauterelles à la suite d'un feu tardif de saison sèche dans une savane arborée d'Afrique du Sud. Cependant, les oeufs, les larves et les pupes des Curculionidés et des Scarab-

béidés présents dans le sol, n'en souffrirent pas. Dans les types de végétation des zones incendiées en Afrique de l'Ouest, on constate que le nombre des araignées, des Myriapodes, des Tettigonides, des blattes et des cafards est réduit après un feu, mais il semble bien que plus de la moitié des pertes se fassent après l'incendie, par suite des modifications du milieu, et non pendant l'incendie. Cependant, un grand nombre d'Homéoptères, de Coréides, de Pentatomides, et de Bruchides sont tués par l'incendie. Le nombre de sauterelles est bas après l'incendie, parce qu'il en est qui sont tuées, mais surtout parce qu'un grand nombre s'envolent et vont ailleurs (GILLON *et al.*, 1968; GILLON, 1971). Après un feu de saison sèche en Australie, GREENSLADE *et al.* (1983) ont trouvé que le nombre des Invertébrés vivant à la surface du sol avait diminué sensiblement, mais qu'il s'était rétabli au bout d'un mois, donc rapidement.

Comme le rappelle FROST (1985 b), il y a aussi des animaux qui profitent du feu. C'est le cas par exemple de nombreux oiseaux insectivores qui se nourrissent d'Insectes en train d'essayer d'échapper au feu ou rassemblés sur de petites parcelles qui n'ont pas brûlé. Une soixantaine d'espèces d'oiseaux profitant des feux sont citées par THIOLAY (1971) pour l'Afrique de l'Ouest, parmi lesquelles les cigognes, les corbeaux, les Falconidés, les Aquilidés, et les rolliers. Ces oiseaux peuvent être attirés de longues distances, comme le prouve leur nombre autour des incendies, qui peut atteindre plusieurs fois leur nombre normal; en Australie toutefois, le nombre d'insectes et de petits animaux qui cherchent à s'échapper du feu est plus petit qu'en Afrique, et par conséquence, le nombre d'oiseaux attirés autour du feu est plus faible qu'en Afrique, comme le remarque FROST (*l.c.*). Il faut aussi mentionner que certaines espèces d'oiseaux affectionnent particulièrement les lieux récemment incendiés pour y construire leur nid, surtout en ce qui concerne des espèces qui nichent au sol ou près du sol, sans doute parce que les prédateurs

éventuels sont plus faciles à repérer sur un terrain dénudé; sur terrain brûlé, beaucoup de ces oiseaux prennent une livrée plus sombre et font alors bien souvent des oeufs sombres, comme pour mieux échapper à d'éventuels prédateurs. Une telle faculté d'adaptation de la pigmentation n'existe pas que chez les oiseaux: par exemple, chez les sauterelles et sautériaux, HOCKING (1964) a identifié une dizaine d'espèces qui sont capables de modifier leur couleur après un feu, les espèces vivant au sol devenant plus foncées que celles qui vivent sur les végétaux.

Les grands herbivores peuvent être influencés dans leur répartition par les feux. Les zèbres et les éléphants se déplacent souvent vers une zone qui a été incendiée depuis peu pour y récolter les feuilles fraîches en train de repousser, qui sont riches en calcium, en sodium, en potassium et en minéraux divers; les zèbres et les gnous sont toujours parmi les premiers à venir sur des pâturages récemment brûlés, parce qu'ils sont tout à fait aptes à récolter des pousses très courtes et très près du sol; au contraire, pendant la saison sèche, les impalas et les cobes, qui n'aiment pas les espaces découverts, hésitent à venir se nourrir sur des surfaces dégagées par des feux récents, mais ils acceptent plus volontiers de le faire en saison humide.

L'un des principaux problèmes qui se posent dans la gestion des terres à pâturage est de savoir s'il convient ou non d'y conserver des ligneux; dans la gestion traditionnelle, on considère d'ordinaire, au moins dans les zones arides *sensu lato* que les ligneux sont indésirables et qu'ils empêchent la croissance de l'herbe, et il est d'un usage courant de les brûler pour les éliminer. Cependant, une étude plus attentive montre qu'il est de nombreux cas où l'arbre protège l'herbe, facilite sa croissance, et permet à des espèces herbacées utiles de croître qui ne pourraient pas le faire en plein découvert; de plus, l'apport fourrager des ligneux n'est pas négligeable et il semble même tout à fait indispensable

pour la survie du cheptel dans les zones arides et semi-arides où les ressources fourragères herbacées sont desséchées pendant plusieurs mois sans pluie. En conséquence, un thème important de recherche ou au moins de réflexion en matière d'aménagement est d'examiner les conditions d'humidité du sol de façon à déterminer s'il est capable ou non de porter des végétaux ligneux en même temps que des herbacées; comme l'a montré COLE (1982), la distribution des différents types de végétation herbacée, avec ou sans ligneux, est influencée essentiellement par la capacité en eau des sols, et des manipulations mineures des conditions d'humidité des sols peuvent avoir des conséquences importantes sur la structure et sur la composition de la végétation comme sur la distribution des éléments nutritifs dans le sol (TINLEY, 1982). Dans bien des cas, comme l'ont montré W.W. SANFORD et ses collaborateurs (1982) pour la zone guinéenne du Nigéria, une canopée légère et élevée joue un rôle très positif sur la croissance et la composition du tapis herbacé, surtout si les arbres sont des fixateurs d'azote.

Les effets du brûlage annuel du tapis végétal ont des conséquences qui varient avec la situation géographique, avec le climat, avec la période de l'année et avec le type de végétation. Le brûlage a souvent pour effet de réduire le couvert arboré: ceci peut permettre en théorie une meilleure croissance de l'herbe dans les régions humides, mais cela n'est pas vrai dans les régions sèches. Aussi faut-il contrôler le brûlage en ce qui concerne l'intensité, la période où il est pratiqué et la périodicité. Dans les savanes sèches, un brûlage précoce, léger et rapide peut quelquefois entraîner une augmentation de la production primaire de biomasse mais il est surtout bénéfique parce que la destruction des pailles sèches favorise l'accès au recré. Dans les savanes humides, un brûlage tardif semble préférable dans ce but. Le brûlage permet de provoquer une montée de sève qui va entraîner la formation de nouvelles feuilles et mettre ainsi à la

disposition du bétail affamé une nourriture fraîche et riche en protéines, diminuant de ce fait l'absorption des autres fourrages. Le brûlage a l'avantage de faire disparaître en totalité ou en partie les plantes sèches et non consommées, les résidus divers, les chaumes secs, etc., permettant le retour au sol de quantités appréciables de calcium qui s'étaient accumulées dans les herbes âgées.

La nécessité de mesures intégrées pour réduire les feux, et s'ajoutant les unes aux autres, a été rappelée par les forestiers méditerranéens français qui citent:

- ♦ élevage intensif, plus clôture, plus gyrobroyage de la broussaille, plus fertilisation;
- ♦ l'expérimentation en Israël d'une race de chèvres qui consomme la broussaille;
- ♦ le greffage de l'oléastre en Tunisie et du pistachier en Turquie;
- ♦ la réserve des chênes verts à glands doux en Algérie;
- ♦ la culture de la vigne sur pare-feu.

Différentes périodes de brûlage ont des effets différents sur différentes espèces; dans des conditions environnementales données, c'est à une période précise que les effets nocifs sur une espèce seront les plus grands; c'est d'ailleurs en se basant sur de telles observations que certains "ranchers" déterminent la date de mise à feu de leurs pâturages. Par ailleurs, l'effet du brouillage est d'autant plus marqué qu'il accompagne le brûlage; aussi combine-t-on souvent mise à feu et brouillage par les chèvres pour éliminer ou du moins contrôler certaines espèces ligneuses jugées indésirables, par exemple en Afrique du Sud. L'effet des feux sur les éléments nutritifs du sol semble à long terme peu important; alors qu'à court terme le brûlis entraîne une augmentation de l'azote. Ceci est contraire à ce que l'intuition suggère, qui pousse à croire que les effets du feu sont importants sur le bilan en éléments nutritifs. Ils le sont, mais indirectement, par l'effet sur la microfaune et la microflore du sol.

Comme l'ont rappelé PENNING DE VRIES *et al.* (1982), il est vain d'espérer augmenter la production des pseudo-steppes et d'une large partie des savanes en y introduisant des arbres. Davantage d'arbres, qui seraient très utiles à la protection de l'environnement, ne pourraient être maintenus qu'avec une exploitation beaucoup moins intense.

Sécheresse

La sécheresse n'affecte pas seulement les pays pauvres. Celle qui a sévi dans les Etats de sud-est des Etats unis d'Amérique dans la première moitié de 1986 a pu être qualifiée de "la pire du siècle" par le Président des Etats-Unis, dans son excellent rapport annuel sur l'état de l'environnement aux U.S.A. Les pertes totales des agriculteurs et des éleveurs, essentiellement par anéantissement de 40% de la récolte de maïs et vente à perte des animaux, se sont élevées à 2.10⁹ U.S. \$. Comme le rappelait SASSON (1986), "l'armée américaine avait dû transporter du fourrage de l'Illinois pour nourrir le bétail affamé de Caroline du sud et de Géorgie. Dans ce dernier Etat, les autorités prévoient que 7000 fermiers sur un total de 50 000 devraient abandonner leur exploitation sinistrée". Dans la même période, une sécheresse exceptionnelle sévissait aussi en Europe occidentale. En France, une vingtaine de départements du centre et du sud étaient déclarés sinistrés, en raison des pertes considérables de fourrage. Parmi les mesures de secours qui furent prises, 400 000 t de céréales furent prélevées sur les stocks de la Communauté économique européenne pour être, pour moitié, vendues aux éleveurs français aux prix d'intervention, et pour moitié données aux exploitants les plus touchés. Ces catastrophes ont permis de mieux se rendre compte de la vulnérabilité de nombreux systèmes agraires, non adaptés aux risques de sécheresse, et comme on sait que d'autres sécheresses reviendront, on commence à songer à l'agroforesterie comme un moyen de lutter contre les effets de la sécheresse,



Fig. 21 - Liman en Israël.

Photo: Michel BAUMER

notamment en raison du rôle tampon que peuvent jouer les arbres sur les variations climatiques. C'est l'une des raisons qui font que la Commission des Communautés européennes a songé à utiliser des systèmes agroforestiers pour aménager une partie des deux millions d'hectares qui ont été "gelés" pour l'agriculture entre 1990 et 1993.

Humus

Il existe une corrélation significative entre la densité des arbres et le contenu du sol en carbone (S. SANDFORD, 1983 c). Or, le carbone organique du sol (humus) est un facteur essentiel pour assurer une production végétale régulière et il influe sur la capacité du sol en eau, sur l'aération du sol, sur la capacité d'échange et sur le contenu en azote. La présence d'arbres contribue efficacement à la production de carbone organique et favorise une production d'humus maximum si des techniques de gestion appropriées sont appliquées qui provoquent une production maximale de biomasse.

Il a été démontré, notamment en Israël (LOVENSTEIN *et al.*, 1987) qu'il est pos-

sible de faciliter la vie des nomades dans des zones désertiques en y créant des systèmes agri-sylvi-pastoraux qui favorisent la création d'une couche d'humus. Il faut que le terrain présente, d'une part, une zone de collecte des eaux de pluie, et, d'autre part, une zone cultivable. La première, lorsque tombe une pluie d'une intensité supérieure au taux d'infiltration du sol, mesuré en mm.h⁻¹, doit permettre à l'eau de ruisseler (pente, imperméabilité) vers la zone cultivable, en contrebas. Celle-ci doit avoir un sol profond avec une grande capacité de rétention de l'eau, et doit pouvoir emmagasiner assez d'eau pour permettre une production végétale pendant la saison sèche; souvent, cette zone cultivable est bordée de murettes, au moins vers l'aval, pour retenir l'eau, la forcer à stationner, lui permettre de s'infiltrer. Sur ces principes, on peut trouver:

- des vallées d'oued aménagées par des murettes en terrasses successives cultivées;
- des systèmes de diversion des eaux de surface qui les détournent vers des champs à cultiver;
- des macrobassins ou "limanim" (sing.: "liman") où l'eau de ruissellement est recueillie dans des dépressions

naturelles souvent de l'ordre de 0,3 à 0,5 ha (fig. 22);

- des microbassins, qui sont des "limanim" très petits et servant à alimenter un seul ligneux.

Les plantes pour ces cultures désertiques irriguées sont choisies de façon à présenter le plus possible les caractères suivants:

- période de croissance rapide, pour profiter de la courte période où le sol est humide,
- capacité de repousser après coupe ou élagage, s'il s'agit de plantes fourragères,
- acceptabilité comme aliment ou comme fourrage,
- adaptabilité à des sécheresses prolongées et à de brèves périodes d'inondation.

Les ligneux les plus prometteurs à Wadi Mashash (115 mm de précipitations à 400 m d'altitude, formule de KÖPPEN Bwhs et Bshs - pluies d'hiver en déserts et steppes chauds -, indice d'humidité de THORNTHWAITE 40 à 60, distance de 60 km de la Méditerranée, 20 km au sud de Beer Sheva, Israël) sont:

- les *Prosopis* sp.pl. et *Racosperma salicinum* pour le fourrage et le bois de feu,
- *Eucalyptus occidentalis*, et *E. camaldulensis* pour le combustible,
- *Atriplex barclayana*, *A. nummularia*, *Cassia Sturtii* pour le fourrage,
- *Leucaena leucocephala* pour la nourriture, le fourrage, le bois de feu.

Le haricot *Phaseolus acutifolius* s'avère une culture adaptée à ces conditions. Par ailleurs, le mil, le sorgho et le pois chiche peuvent pousser à l'abri de brise-vent en *Eucalyptus occidentalis* ou en *Racosperma salicinum*. L'abricotier et l'amandier sont possibles.

Des essais se poursuivent, certains depuis 1970, sur les espacements, sur les associations ligneux/cultures, sur le rythme de régénération des ligneux en fonction de leur densité (jusqu'à 1200 a.

ha⁻¹), en vue de fixer les règles d'aménagement.

Certes, les productions ainsi obtenues sont minimes. Mais ces petites oasis de verdure dans un environnement désertique ont une grande importance psychologique; on espère qu'elles permettront aux nomades de ne pas abandonner ces zones. Par ailleurs, ces limanim sont utilisés le vendredi par la population qui vient s'y reposer au cours de randonnées dans le désert: ce jour-là, les limanim sont interdits aux bergers.

La conduite des arbres

L'exemple des pays sahéliens

Même dans les pays arides ou semi-arides, comme le Sahel, il existe de longues traditions de conduite des végétaux ligneux. Ça n'est pas par hasard, mais comme le résultat d'une longue expérience avec les ligneux, leurs usages et leur gestion, que sont réparties certaines espèces ligneuses parmi les plus utiles. On a même avancé que la répartition du "kadd", *Faidherbia albida*, était due largement à sa multiplication par des peuples éleveurs, qui appréciaient avant tout le fait que les gousses de cette espèce constituent une réserve fourragère hautement nutritive pour assurer la "soudure", et que celle du karité, *Butyrospermum Parkii*, était au contraire la marque de peuplades agricoles, ne disposant pas des matières grasses du lait des animaux et recherchant donc une source de graisses dans les fruits et le "beurre" du karité. "Des règles et des pratiques de formation et d'exploitation établissaient sur le terroir un équilibre fonctionnel entre la population et son environnement végétal" écrit ROCHETTE (1989: 419) à propos du Sahel. Par exemple, le sultan de Zinder, à la fin du siècle dernier, faisait couper la tête à qui avait détruit un *Faidherbia albida*. L'accès à certains arbres était réservé à certains groupes sociaux, sur des critères

professionnels (espèces réservées aux forgerons, ou aux sculpteurs sur bois, ou aux griots), ou sur des critères personnels (handicapés, personnes âgées, ou enfants qui avaient au Ouaddaï tchadien la priorité pour le ramassage des fruits de *Zizyphus* et au Kordofan soudanais la priorité pour les fruits de *Balanites aegyptiaca*). Des punitions publiques étaient infligées à ceux qui avaient laissé leurs bêtes brouter une espèce protégée ou qui l'avaient blessée d'un coup de daba ou, à plus forte raison, de hache. Les interdits étaient permanents sur certaines espèces d'arbres, et saisonniers sur d'autres. Ils portaient souvent sur des arbres communs dans les bois sacrés, comme le *Mitragyne inermis*, ou sur des grands fruitiers sauvages comme le néré, le karité, le raisinier. L'apprentissage des interdits, comme celui de la conduite des espèces, était fait essentiellement par groupes d'âge, souvent sous l'autorité de la mère d'abord, puis du père, puis des Anciens. Mais les temps ont changé, "cet équilibre a été rompu par la persistance de la sécheresse mais, surtout, parce que les hommes et les femmes se sont engagés dans une dynamique de destruction sous la poussée de facteurs majeurs bien connus qui se résument en trois points:

- "l'extensification de l'exploitation des ressources naturelles par suite de la croissance démographique et de la généralisation de l'économie marchande introduite par la colonisation et soutenue par l'extension des cultures de rente" et par celle des monocultures;
- "la désorganisation des équilibres socio-écologiques anciens par l'introduction de nouvelles techniques, l'intégration à l'économie d'échange monétaire, la déstructuration des sociétés, le recul de l'éducation traditionnelle et les déficiences des politiques économiques et institutionnelles (TOURE, 1987);
- "les effets cumulatifs de la famine et de l'assistance démobilisatrice, de la précarité des revenus et de la faible capacité à investir, des migrations de population, en particulier de

l'urbanisation et de la colonisation désordonnée des terres du Sud" (ROCHETTE, *l.c.*).

Nous sommes dans l'ensemble assez d'accord avec ROCHETTE, sauf en ce qui concerne la critique inconditionnelle de "l'économie marchande introduite par la colonisation" qui nous paraît "un sanglot de l'Homme blanc" (BRUCKNER, 1986). L'économie marchande n'a pas eu que des résultats destructurants, et les cultures sont des ensembles qu'il est difficile de dissocier. On ne peut pas aisément avoir les hôpitaux, les automobiles et la télévision sans quelques contraintes, comme l'impôt, la vaccination et les factures de carburant, de pièces détachées et d'électricité.

L'écart entre les désirs des populations en matière d'espèces de ligneux à planter et les espèces mises à disposition par les pépinières gouvernementales est considérable. Nous nous en sommes aperçu lors d'une double enquête que nous avons menée dans le nord de la Côte d'Ivoire; tandis qu'avec un groupe d'élèves de l'Institut agricole de Bouaké, était établie la liste des quinze espèces les plus fréquemment utilisées par le Service des Eaux et Forêts pour fournir du bois de feu aux paysans, un autre groupe enquêtait sur les quinze premières essences qu'auraient préférées les femmes comme bois de feu: seulement quelques espèces étaient communes aux deux listes. La première des espèces utilisées par le Service forestier était *Gmelina arborea*, que les femmes disaient "brûler rond", parce que les bûches placées dans un feu y prennent feu tout entières, au lieu de brûler seulement par le bout en contact immédiat avec le feu, et d'ailleurs en dégageant des étincelles et de la fumée, ce qui en fait une bien mauvaise espèce pour le bois de feu, même pas mentionnée par les femmes dans leur liste. Mais les femmes avaient placé en tête de leur liste le manguiier, qui est connu comme ne donnant pas un bon chauffage, sans doute parce qu'elles espéraient qu'en faisant ainsi, le Service des Eaux et Fo-

rêts planterait des manguiers, dont elles apprécient beaucoup les fruits, et dont elles trouveraient bien quelque emploi pour le bois ! Quant au choix par les forestiers du *G. arborea* comme essence principale pour les reboisements destinés à produire du bois de feu, il ne s'explique que parce que les forestiers ont des succès de reprise avec cet arbre (surtout dans des zones humides), parce qu'ils le connaissent bien sur le plan de la plantation, et parce qu'il pousse vite et permet en deux ou trois ans (après, il dépérit souvent) de montrer à ses supérieurs des reboisements "bien réussis".

Sur le plateau central burkinabé, une enquête dans une douzaine de villages a donné les résultats montrés dans le tableau 66.

On constate un certain illogisme dans les déclarations reçues, qui ne sont pas absolument concordantes, mais qui peuvent traduire des contraintes existant bel et bien. Le nombre de personnes interrogées est trop faible pour que les résultats soient statistiquement valables, mais on peut supposer quelques tendances, qu'une enquête plus poussée permettrait peut-être de vérifier. Par exemple, peu de femmes ont choisi des arbres à planter, mais cela traduit sans doute le fait social que la plantation des arbres est un travail généralement masculin. Les hommes souhaitent que le karité soit planté deux fois plus que le néré et 25% de plus que le raisinier, sans doute parce qu'ils savent bien que cette espèce est la source principale de revenus monétaires de leur foyer dans la région considérée. Peut-être bien que le faible intérêt des femmes pour la plantation de tamarinier est induite par la lourdeur des travaux domestiques qu'entraîne l'exploitation agro-industrielle des fruits de tamarinier et qu'elles ne tiennent pas à exécuter, les estimant moins rentables que l'exploitation du karité ou du néré. Certainement, des informations très utiles pourraient être obtenues de sondages plus nombreux, plus larges et plus approfondis.

Autres aménagements

Dans les zones sèches, l'un des obstacles majeurs à la plantation des ligneux est qu'ils poussent lentement à cause du manque d'eau; il faut en conséquence les protéger longtemps. Une longue période d'arrosage, de soins et de protection est nécessaire, qui implique une participation de toute la communauté. La difficulté à obtenir cette participation en Afrique a longtemps été la cause principale des différences dans les résultats des plantations en Inde et dans les pays africains: en Inde, une sorte de culte pour l'arbre est enraciné depuis longtemps et les plantations, beaucoup mieux entretenues qu'en Afrique, réussissent mieux. Des projets communautaires de boisement en zones sèches ont été couronnés de succès, notamment en Chine et en Inde, qu'ont décrit DIXON *et al.* (1990). Acacias, leucaenas, casuarinas et eucalyptus y sont souvent employés. Les taux de germination sont très variables d'une année à l'autre et d'une espèce à une autre. Dans la région de Baringo (Kenya), ROBERTS (1985) a trouvé sous une pluviosité moyenne proche de 600 mm des moyennes de taux de germination très différentes suivant les espèces: 85% pour *Salvadora persica*, 70% pour *Racosperma aneurum*, 69% pour *Prosopis chilensis* V3, 64% pour *Atriplex Halimus* et pour *Parinsonia aculeata*, mais seulement 16% pour *Zizyphus mauritiana*, 15% pour *Prosopis alba*, 12% pour *Gleditschia triacanthos* qui est il est vrai méditerranéen, 5% pour *P. Tamarugo* et 0% pour *Atriplex canescens*.

Après qu'une forte pression démographique ait entraîné dans le Midi de la France au XVII^e et au XVIII^e siècles la déforestation de la plupart des massifs de montagne, notamment dans les Alpes, et l'extension des pâturages, d'où de graves phénomènes d'érosion, une phase a succédé qu'a marqué l'exode rural et donc la régression de l'agriculture et de l'élevage. Cette phase a correspondu à ce qu'on a appelé la désertification des campagnes (le mot

AMENAGEMENT

Arbres cités comme insuffisants ou manquant par	Hommes de 12 villages	Femmes de 12 villages	Ensemble des 24 villages et %	
1 <i>Butyospermum Parkii</i>	9	10	19	79 %
2 <i>Lannea microcarpa</i>	9	10	19	79 %
3 <i>Parkia biglobosa</i>	9	8	17	51 %
4 <i>Adansonia digitata</i>	8	6	14	58 %
5 <i>Sclerocarya Birroea</i>	8	6	14	58 %
6 <i>Tamarindus indica</i>	8	4	12	50 %
7 <i>Bombax costatum</i>	7	4	11	46 %
8 <i>Ficus</i> (divers)	3	6	9	48 %
9 <i>Zizyphus mauritiana</i>	4	3	7	29 %
10 <i>Faidherbia albida</i>	3	3	6	25 %
11 <i>Boscia senegalensis</i>	4	2	6	25 %
12 <i>Cambretum micranthum</i>	4	2	6	25 %
13 <i>Khaya senegalensis</i>	4	1	5	21 %
14 <i>Pterocarpus lucens</i>	2	3	5	21 %
15 <i>Balanites</i> sp. pl	1	3	4	
16 <i>Gutiera senegalensis</i>	1	3	4	
17 <i>Ximenia americana</i>	1	3	4	
+ autres espèces				
Arbres choisis pour être plantés par	Hommes de 10 villages	Femmes de 3 villages	Ensemble des 13 villages	
1 <i>Butyospermum Parkii</i>	10	3	13	100 %
2 <i>Parkia biglobosa</i>	5	3	8	62 %
3 <i>Lannea microcarpa</i>	7	1	8	62 %
4 <i>Adansonia digitata</i>	6	1	7	54 %
5 <i>Sclerocarya Birroea</i>	3	2	5	38 %
6 <i>Tamarindus indica</i>	5		5	38 %
7 <i>Faidherbia albida</i>	3	1	4	31 %
8 <i>Bombax costatum</i>	3	1	4	31 %
9 <i>Mangifera indica</i>	2	1	3	23 %
10 <i>Eucalyptus</i> sp. pl.	2		2	
11 <i>Khaya senegalensis</i>	1		1	
12 <i>Azadirachta indica</i>	1		1	
13 <i>Pterocarpus lucens</i>	1		1	
14 <i>Anacardium occidentale</i>		1	1	
15 <i>Diospyros</i> sp.		1	1	

Tableau 66 - Les besoins en ligneux des hommes et des femmes sur le plateau central burkinabé.

Source: d'après ROCHEFFE, 1989

"désertification" étant entendu ici dans un sens sociologique, et non dans son sens habituel). Très récemment, on s'est efforcé de mettre au point de nouveaux systèmes d'aménagement qui prennent en compte les données nouvelles du problème, notamment à La Colle Saint Michel, sur la commune de Thorame Haute, près de Digne, dans les Alpes de Haute Provence (DFCAIX, 1990). Parmi les contraintes modernes, il convient de citer le désir de quelques jeunes de réoccuper la montagne, généralement en y exerçant des activités sylvipastorales, et le développement rapide d'une demande touristique variée et de toutes les

saisons. L'amélioration sylvipastorale dans un tel milieu est une technique récente. En 1983, des éclaircies expérimentales avaient été conduites dans le peuplement de pin sylvestre qui avait colonisé les terres à pâturage après leur abandon. Deux modalités d'éclaircie ont été testées: l'une ramenait le nombre des tiges de 1500 à 2000 tiges.ha⁻¹ à 625 tiges.ha⁻¹, et l'autre à seulement 400 tiges.ha⁻¹. Les tiges restantes ont été élaguées jusqu'à 2 m de haut, tandis que les rémanents et les broussailles étaient broyés mécaniquement sur place. Le système n'a pas donné de bons résultats et son prix de 21 600 FF.ha⁻¹ était trop

élevé; on a conclu des essais qu'il n'était pas bon de vouloir associer en une même place pâturage et arbres, que le pâturage sous les arbres n'était pas, dans les conditions locales, une bonne solution, et on s'est orienté vers une juxtaposition de parquets boisés et de parquets à pâturer. Ces parquets, de 5 à 10 ha chacun, se sont trouvés étroitement imbriqués. Ils sont traités très différemment. Par ailleurs, un gardiennage du troupeau en parcs clos a été imposé, et le Canton des Coulets (86 ha) a servi de pilote. On y a réalisé 5 grands types de traitement, dont les principales caractéristiques sont résumées dans le tableau 67.

Type de milieu (et surface)	Traitement	Surface traitée (ha)	Travaux et coupes	coût/ha traité (en FF)	revenu/ha traité (FF)
I-Pelouse plus ou moins em- broussaillée (17 ha)	A	17	Débroussaillage mécanique. Elagage et mise en tas. Brûlage des tas.	1 800 2 576 810	
II-Boisement de pins sylvestres (59 ha)	B	9	Coupe rase Mise en tas et brûlage des rémanents	2 000	2 485
	D	32	Débroussaillage Coupe d'amélioration Vendue sur 17 ha Délivrée gracieusement sur 10 ha Exploitée onéreusement sur 5 ha Abandonnée sur 18 ha	1 800 5 900	
III-Ancienne coupe (28 ha)	C	14	Nettoyage (élagage, abattage, démontage des houppiers, mise en tas, incinération, débroussaillage).	5 000	
	E	14	Plantation après préparation du terrain (y compris regarnis)	13 180	
Total		86	Total travaux sylvipastoraux		

Tableau 67 - Grands types de traitements dans le canton de montagne des Coulets, en Haute Provence, France.

Source: DECAIX, 1990

Dans le traitement A le débroussaillage est d'un coût raisonnable, parce qu'on peut le faire mécaniquement.

Dans le traitement B le coût du nettoyage est élevé en raison du volume important de rémanents à brûler (avant incinération, ces tas de 2 à 3m de haut couvraient plus du 1/3 de la surface totale.

Pour le traitement C, le coût de la remise en état de la coupe est énorme; ceci s'explique par l'exploitation "sauvage", sans démontage de houppier ni vidange de bois inintéressants d'une part, et par la vigueur de l'embroussaillage d'autre part.

En ce qui concerne le traitement D, le coût élevé de l'exploitation à titre onéreux, qui avait été réservée à une zone plus difficile d'accès mais à bonnes potentialités, ne sera vraisemblablement

pas compensé par le gain de production. L'abandon de cette zone aurait peut-être été préférable.

Pour le traitement E, comme pour le traitement C, la remise en état du parterre de la coupe a considérablement alourdi le coût total de la plantation.

Le Canton fait l'objet désormais d'une gestion globale. Sur le plan forestier, il fait partie d'une série sylvipastorale de 578 ha sur les 2044 ha de la Forêt communale de Thorame Haute. Le traitement est assimilable à une futaie par parquets, une partie des parquets étant maintenue en pelouse. Sur le plan pastoral, la délimitation de zones homogènes sur le plan de la maturité phénologique a permis de constituer des parcs, enclos par ailleurs pour faciliter la gestion, où l'ensemble du troupeau circule en rotation, en restant 7 à 15 jours sur chaque parc. Enfin, sur le plan tou-

ristique, l'ensemble de la zone ainsi aménagée présente désormais un aspect beaucoup plus attrayant pour le promeneur: les surfaces ouvertes ont permis d'aménager un réseau de pistes de ski de fond que la commune a complété par des structures d'accueil (parc à voitures, gîte, sentier d'interprétation de la zone aménagée, etc.), et la fréquentation est constante, été comme hiver. Il conviendra de surveiller que ni les promeneurs à pied, ni les skieurs ne causent de dommage sérieux à l'environnement, ce qui pourrait amener dans le futur à limiter la fréquentation.

L'un des traits les plus intéressants de cet aménagement est la multiplicité des activités qui en résultent: une telle pluri-activité est caractéristique des occupations des gens de montagne. Enfin, l'aménagement diminue les risques d'incendie, un des fléaux de la forêt méditerranéenne.

Composition chimique

La biosynthèse des composés monoterpéniques du thym dépend d'un petit nombre de gènes, bien répartis. Dans la nature, des variations importantes se produisent sur quelques dizaines de mètres dans les régions méditerranéennes françaises, au relief tourmenté. Ces variations sont beaucoup moins fréquentes en U.R.S.S. et dans les pays où le relief est beaucoup plus uniforme et dessiné à grands traits. C'est pourquoi la France préfère importer de l'huile de thym ukrainienne ou caucasienne que de la fabriquer à partir de plantes récoltées en France: ceci permet en particulier d'importer des huiles qui sont entièrement dextrogyres ou entièrement lévogyres, ce qui réduit les frais de traitement et d'utilisation des huiles par les industriels qui n'ont plus besoin de procéder à l'opération de séparation optique des huiles.

On devrait s'efforcer de pratiquer des sélections optiquement homogènes des divers produits naturels qu'emploie l'industrie avec la nécessité de faire une opération coûteuse de tri optique, comme la gomme arabique produite par *Acacia Senegal*.

Avec le thym, du sec à l'humide, on a une succession: carvacrol, thymol, linalol, thyanol 4, et terpénol. On peut caractériser ainsi les milieux par le pourcentage des deux essences les plus abondantes.

(D'après VERNET *et al.*, 1977)

L'absence d'arbres

Il est loin d'être certain que la présence d'arbres ou l'alternative qui paraît le mieux protéger les arbres soient toujours la solution la meilleure. DOVE (1983) donne un exemple en Indonésie où sont objectivement comparées l'économie d'un système taungyia pratiqué par les Kantu de Kalimantan ouest, qui est la partie indonésienne de l'île de Bornéo, et celle d'une exploitation forestière industrielle pour la production de bois d'oeuvre dans la même île. Il n'en ressort pas clairement qu'un mode est supérieur à l'autre, ni en termes de production, ni en termes de population vivant du système, et on ne saurait se prononcer sur lequel des systèmes est le plus dévastateur du milieu et moins désirable que l'autre. Il en est de même dans les comparaisons entre l'agriculture itinérante et d'autres formes d'agriculture. Par exemple, en comparant l'agriculture itinérante, *a priori* considérée comme très destructrice d'arbres, avec la riziculture irriguée intensive, bien que le nombre de personnes entretenues soit généralement plus grand avec ce dernier système, le revenu de

leur travail est d'ordinaire moins élevé (CONKLIN, 1954, 1957), et les revenus par unité de surface sont même quelquefois plus faibles (CONDOMINAS, 1980).

De telles comparaisons mettent en question bien des critiques sur l'agriculture itinérante, mais aussi les motivations de ces critiques. On peut faire les mêmes remarques en ce qui concerne l'évaluation de certains systèmes d'élevage ou associant l'élevage à l'agriculture, et impliquant l'utilisation systématique de ligneux. Il est quelquefois très difficile de les évaluer, car on ne sait au juste quels critères d'évaluation adopter, les nôtres, ou ceux des individus ou des groupes directement concernés ? Les "pertes" que les exploitants forestiers perçoivent dans l'agriculture itinérante ne sont bien souvent des pertes que de leur point de vue, et non pas des "pertes" ressenties au niveau de toute la population. Les "pertes" que les scientifiques déplorent lorsque brûlent les pâturages, avec ou sans ligneux, tout en étant certes démontrables, puisqu'elles sont mesurables par des moyens scientifiques d'analyse, souvent ne sont pas considérées comme des "pertes" par les éleveurs ou les agriculteurs-éleveurs qui les utilisent pour

leurs animaux. C'est ce qui arrive, en particulier si le déséquilibre entre les ressources fourragères et les besoins du cheptel est devenu tel que le recrû, si maigre fût-il, qui est consécutif au feu, est absolument nécessaire à la survie du troupeau. On se rapportera à ce qu'a écrit CERRUTTI (1990) sur les incendies, qui rappelle qu'il est des feux faciles à maîtriser et d'autres qu'on ne peut arrêter, et que le front du feu épouse la complexité du terrain, ce qui rend la lutte particulièrement difficile. Beaucoup de forêts actuelles ont été façonnées par le feu. Quand elles auront été façonnées par le forestier, elles seront plus résistantes aux incendies.

On reproche souvent à l'agriculture itinérante de détruire les arbres et de ne pas donner à leur destruction l'importance qu'elle a; on estime que ceux qui pratiquent cette sorte d'agriculture sont inconscients et ne mesurent pas la gravité de leurs actes. Par exemple, DOVE (1981) rappelle que çà n'est pas par négligence et par suite d'ignorance des propriétés d'une couverture ligneuse que les Banjarese de Kalimantan sud, en Indonésie, laissent une grande partie de leurs vallées sous une couverture d'*Imperata cylindrica*. Suivant en cela BOSERUP (1966), il considère que la succession du tapis herbacé est fonction d'un équilibre particulier entre la terre et la population qui en vit. Les prairies actuelles seraient le résultat de l'exploitation intensive des forêts autour des établissements des Banjarese. Se servant de la machette, du feu, voire d'une charrue tirée par des boeufs, les Banjarese ouvrent les pâturages et y sèment du riz pluvial pendant 5 à 7 années consécutives, avant d'abandonner le sol pour trois années de jachère (IVENS, 1980; SURYATNA *et al.*, 1980). Lorsque le recrû d'*Imperata cylindrica* ou "alang-alang" est vigoureux, cela est interprété par les agriculteurs comme le signe que la jachère peut être arrêtée et la culture reprise (SHERMAN, 1980 a et b). Par conséquent, dans ce cycle agricole, *Imperata*, qui a un rhizome très puissant, joue le rôle d'un restaurateur

de la fertilité tout en couvrant le sol pendant la période de jachère (BIOTROP, 1980). Par ailleurs, l'*Imperata* est considéré par les Banjarese comme un important fourrage pour leur bétail (SOEWARDI *et al.*, 1980), sa teneur en protéines étant maintenue à un niveau relativement élevé par des brûlages répétés. D'autre part, l'"alang-alang" est un matériau important pour la confection et la réparation des toitures, qui sont essentiellement en chaume. Enfin, les prairies de cette Graminée sont fréquentées par le daim "sambhur", qui est un gibier de choix et peut constituer une importante contribution à l'alimentation protéinique des habitants. Etant donnée cette importance d'*I. cylindrica* dans l'économie des Banjarese, bien des auteurs estiment que son rôle dans la succession du tapis herbacé est loin de n'être que passif (BURKHILL, 1935; SHERMAN, 1980 a). Les Banjarese jouent un rôle actif et conscient en maintenant un fort pourcentage de leurs terres sous *Imperata*, et en empêchant la réinstallation de la couverture ligneuse, primitive ou modifiée; sans leur intervention volontariste, la forêt secondaire se rétablirait, et c'est ce qu'ils ne veulent pas. Bien que dans des conditions de milieu totalement différentes, les Kababish et les Kawahla du Kordofan (Soudan) font le même raisonnement et c'est pour éviter l'invasion des espèces ligneuses qu'ils mettaient le feu aux savanes et aux pseudo-steppes qu'ils utilisent comme pâturages, jusqu'à ce qu'ils aient commencé de comprendre les inconvénients du feu et l'intérêt d'un véritable aménagement des terres à parcourir.

Le rôle potentiel des peuplements ligneux sur le réchauffement de l'atmosphère, sur ce qu'on appelle communément "l'effet de serre", a été évoqué dans de nombreuses instances internationales. Il ne faudrait pas perdre de vue que la couverture herbacée a aussi un grand rôle à jouer dans cette affaire. Schématiquement, les fabricants de modèles considèrent que la destruction des peuplements forestiers est une des sources de carbone les plus importantes

dans l'atmosphère, et que l'Océan est le plus grand absorbant de carbone, qui est fixé par le plancton et transporté vers le fond de la mer. Cependant, tous les écosystèmes jouent leur rôle dans ce grand modèle, et les écosystèmes herbacés en particulier. La plupart des mesures dont on a disposé jusqu'à ces dernières années provenaient de campagnes de mesures organisées dans le cadre du Programme biologique international (I.B.P.) et avaient été recueillies entre 1967 et 1972. Elles étaient dérivées de mesures d'extension des pousses d'herbacées qu'on ajoutait les unes aux autres au fil des ans pour établir la productivité totale (méthode standard) ou en calculant la différence entre les poids minimum et maximum enregistrés (méthode du maximum-minimum). Les deux méthodes ont leurs avantages et leurs désavantages. Elles supposent qu'il suffit de mesurer seulement les parties aériennes des plantes et qu'on peut ignorer les parties souterraines, comme les rhizomes ou les racines. Cela peut suffire dans les zones tempérées, où la croissance dépend fortement des saisons, mais ne convient plus en zones tropicales, où la croissance est souvent continue. Même dans une seule plante, il est des organes qui peuvent suivre des rythmes tout à fait différents: certains peuvent se développer pendant que d'autres sont en train de mourir. Les méthodes utilisées par I.B.P. ont donc péché par sous-estimation de la productivité, en ne tenant compte que du matériel vivant. L'omission des parties mortes ou en décomposition a faussé les résultats. On a donc recherché sous l'égide du Programme des Nations unies pour l'environnement (UNEP) de nouvelles méthodes d'évaluation de la productivité. Celles-ci tiennent compte des parties en décomposition, qu'on mesure en laissant se décomposer des fragments de plantes soit à l'air soit enterrées pendant une période d'un mois pour mesurer les différences de poids qu'elles subissent. Les résultats obtenus indiquent clairement que la productivité des savanes tropicales est de trois à cinq fois plus élevée qu'on ne pensait à la suite des

mesures du I.B.P., et donc représenterait non plus 9% des activités biologiques totales sur la planète, mais quelques 25% au minimum ! Ces résultats font des savanes et pâturages tropicaux des producteurs potentiels de carbone aussi importants que les forêts tropicales. Et encore cette productivité des systèmes pâturés tropicaux pourrait avoir été sous-estimée considérablement. Aussi semble-t-il urgent de chercher à compléter notre modeste panoplie de plantes cultivées, qui ont des rendements beaucoup plus faibles que les espèces des écosystèmes herbacés naturels, par des espèces que le génie génétique pourrait aider à construire, qui permettraient de bien meilleurs rendements. Par ailleurs, le brûlage annuel des savanes et des pseudo-steppes relâcherait dans l'atmosphère trois fois plus de carbone que les feux de forêts, d'après les travaux de l'Institut de chimie Max Planck de Mayence. Le problème serait de savoir ce qu'il advient de ce carbone. Les herbages se régénèrent rapidement, aussi une partie du carbone est-elle recyclée. Mais si les herbages brûlent trop souvent, les herbes et les Graminées ne peuvent plus récupérer.

Ideotypes

Parmi les caractères à prendre en considération dans l'élaboration d'un idéotype, il faut mentionner (TORQUEBAU, 1990 a):

- ♦ la capacité compétitive,
- ♦ le temps de maturation,
- ♦ la capacité de réponse aux modifications environnementales et aux modifications de densité de plantation,
- ♦ la tolérance à l'ombre et à un environnement lumineux dynamique,
- ♦ l'architecture aérienne,
- ♦ l'architecture des racines.

En ce qui concerne les interactions entre deux populations, qui peuvent aussi s'appliquer à deux individus, elles sont résumées schématiquement dans la figure 22.

"La niche d'une espèce correspond aux limites environnementales dans lesquelles une population peut survivre et se reproduire. L'art de l'agroforesterie est de combiner la culture d'espèces dont les niches se chevauchent aussi peu que possible. La situation idéale étant la combinaison de plantes ayant des niches totalement différentes" (TORQUEBLAU, 1990 a).

"Une niche écologique encore mal connue en agroforesterie est celle des plantes tolérantes à l'ombre. Certaines technologies agroforestières comme les jardins-forêts en font grand usage mais ce sont surtout des pratiques traditionnelles concernant un nombre limité de plantes.

Des cultures de rapport comme le café ou le cacao sont également inféodées à une niche à faible énergie lumineuse. On peut imaginer que des céréales ou des cultures maraîchères soient sélectionnées sur des critères de tolérance à l'ombre et deviennent ainsi des cultures typiquement agroforestières bénéficiant de la présence d'arbres.

BAHRI (1984) et GOMEZ *et al.* (1983) ont étudié le problème de la tolérance à l'ombre dans le contexte agroforestier et des cultures en association et donnent des listes de plantes saisonnières ayant des rendements prometteurs en conditions ombragées."

Stratégie pour les zones arides et semi-arides du Kenya

La stratégie dite "de seconde génération" établie en 1990 au Kenya pour les terres arides et semi-arides ("arid and semi-arid lands", ASAL) donne justement une place importante à la production animale, avec la production agricole, le boisement et la gestion de la faune (DARKOH, 1990). En ce qui concerne la production animale, le programme, qui a été préparé par le Ministère de la mise en valeur et du développement des régions arides et semi-arides et des terres incultes, avec l'aide de la Banque mondiale, visera tout d'abord à l'augmentation de productivité des espèces utilisées, à la diversification des espèces pour favoriser celles qui ont le moins d'impacts négatifs sur l'environnement, et au contrôle des populations pour éviter les surcharges. Les stratégies prévoient un accroissement des prélèvements du bétail par une meilleure commercialisation; mais il n'est pas sûr que cela paraisse acceptable aux éleveurs, même avec des prix attractifs, parce qu'il est bien dans leur stratégie d'avoir des animaux en grand nombre et assez âgés, aguerris en quelque sorte, pour qu'en cas de sécheresse ou d'épidémie il en survive davantage, plutôt que de réduire leur nombre pour que les ressources demeurent suffisantes, même en années peu pluvieuses. Les stratégies prévoient aussi, il est vrai, des centres d'embouche de saison sèche et, en cas de sécheresse exceptionnelle, des prix incitatifs pour la vente du bétail, une formation à la gestion du bétail pour les pasteurs et les petits agriculteurs, la promotion des petits ruminants et des dromadaires (cette dernière option tout à fait justifiée comme l'ont montré au Kenya les travaux de C. FIELD, notamment dans IPAL et avec Farmafric, et tout à fait opposée à la malheureuse décision que le

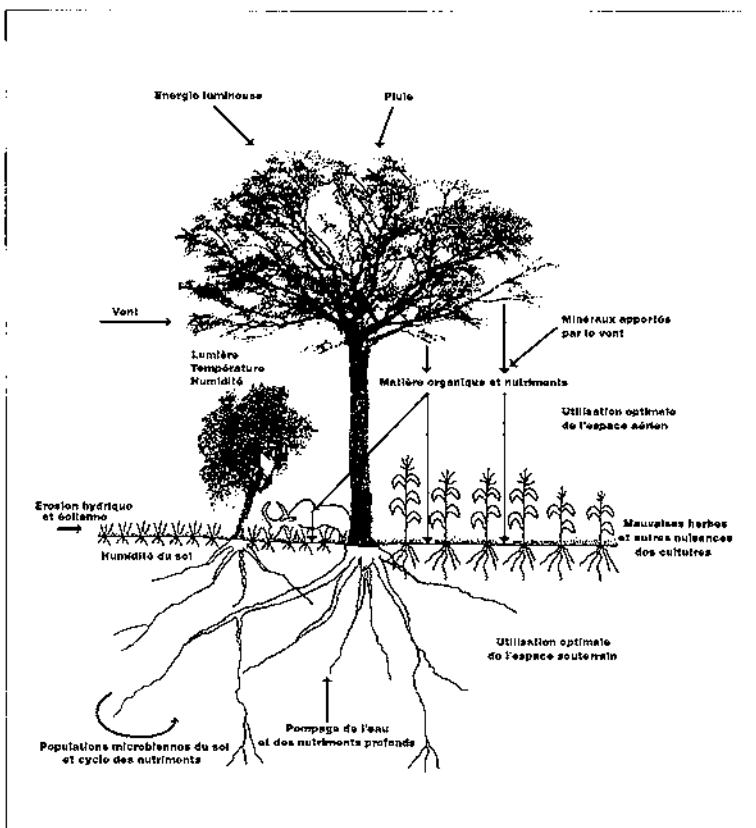


Fig. 22 - Principaux domaines des interactions écologiques en agroforesterie.

Source: TORQUEBLAU, 1990 a

C.G.I.A.R. avait fait prendre il y a quelques années au CIPEA de supprimer son programme sur les dromadaires), l'encouragement des troupeaux d'espèces mélangées, et l'amélioration des pâturages, y compris la plantation de ligneux fourragers. Enfin, très judicieusement, le développement de la faune sauvage n'est pas séparé de celui du bétail.

La sur-utilisation des ressources fourragères des terres à pâturage a été soulignée. On trouverait deux types de situations. La majeure partie des terres à pâturage utilisées saisonnièrement seulement en raison de ressources en eau limitées ne semble pas fort surpâturée. Mais dans les zones de pâturage de saison sèche, la compétition qui ne cesse d'augmenter pour les maigres ressources entraîne très communément le surpâturage, au moins temporaire. Celui-ci, et la destruction de la végétation par le piétinement du sol, sont très répandus autour des points d'eau permanents et des établissements humains.

Par contre, les régions qui servent de frontières communes à des groupes ethniques différents sont en théorie sous-utilisées parce qu'elles constitueraient des sortes de "no man's land" peu sûrs car sujets à des raids de chaque tribu sur les troupeaux des autres. Cette sous-utilisation liée à l'insécurité, subsiste peut-être en certaines frontières, mais elle ne nous a pas paru partout évidente.

Enfin, la réalisation de projets hydro-électriques et de projets d'irrigation le long des cours d'eau principaux, comme dans la région de Turkana au Kenya, et particulièrement le long de la Rivière Turkwel ne saurait être sans incidences défavorables sur les forêts ripariennes qui constituent pour les pasteurs la source principale de leurs ressources fourragères et alimentaires (JSSAR *et al.*, 1990). Dans les "ekwar" ou zones boisées "près de la rivière", certaines espèces sont protégées particulièrement par les utilisateurs traditionnels, notamment *Acacia tortilis*, *Faidherbia albida*, *Hyphaene compressa*, *Cordia sinensis*,

Zizyphus mauritiana et *Dobera glabra* (BARROW, 1986). Les "ekwar" sont surtout importants pour l'élevage pendant la saison sèche, alors que l'approvisionnement en fourrage est très difficile. ECOSYSTEMS (1985) indique que "dans 23% du District, la végétation ligneuse est pratiquement restreinte aux berges des cours d'eau. Ces zones coïncident avec les parties les plus sèches à l'est du Turkana. La couverture herbacée de saison sèche décroît rapidement et de plus en plus quand on s'éloigne des lits des rivières. Malgré la très grande insuffisance d'herbe, les bords des rivières, couverts uniquement de ligneux, font vivre 30% du bétail de tout le District pendant la saison sèche".

D'une façon générale, l'utilisation intelligente de quelques espèces ligneuses et de quelques espèces herbacées, comme ROBERTS (1985) a su le faire, permet d'améliorer considérablement la situation fourragère; à Baringo (Kenya), il a utilisé surtout l'*Acacia tortilis*, très bien adapté, en mélange avec *Prosopis chilensis* et *Leucaena leucocephala*, et avec les Graminées *Cenchrus ciliaris* et *Panicum coloratum*. WANDERA *et al.* (1989) ont donné une évaluation des espèces ligneuses fourragères et à usages multiples pour les zones semi-arides du Kenya oriental.

On peut penser à utiliser plus intensément les sesbanias. *Sesbania Sesban* var. *nubica* pour les zones semi-arides, *S. mucrantha* et *S. keniensis* sont bien adaptés aux conditions et aux besoins du Kenya. Par contre *S. grandiflora* a une croissance trop lente: il n'atteint que la moitié de la hauteur de *S. Sesban* à l'âge d'un an, il a un diamètre plus petit et peu de branches récoltables. En seconde année, le *S. Sesban* donne 6,66t.M.S.ha⁻¹ ce qui n'est pas significativement différent du *leucaena*, tandis que *S. grandiflora* ne produit que 2,35t.M.S. ha⁻¹. Chez *S. Sesban*, la majorité de la M.S. est dans la tige, le rapport de la tige aux branches étant de 0,4/1 (il est de 1,68/1 pour *Leucaena leucocephala* 91309). Le *S. Sesban* est malheureusement sen-

sible aux coupes fréquentes et il n'en supporte que deux par an.

Dans les zones arides, les atriplex, les acacias, les mesquites et même les saxaouls *Haloxylon persicum* et *H. aphyllum* peuvent aider à faire de l'agroforesterie au Kenya.

Le problème de la dette

Le Groupe de travail sur le régime foncier pastoral que l'Université de Sussex avait réuni à Arusha en décembre 1988 a évoqué la tendance des gouvernements des pays endettés à échanger leurs dettes contre le contrôle de certaines zones environnementalement importantes (LANE *et al.*, 1989). Certes, les conséquences que pourrait avoir sur de larges zones pastorales une telle décision ne peuvent être immédiatement perçues, mais il conviendra aux communautés pastorales d'être fort vigilantes: suivant la façon dont le contrôle sera appliqué, elles pourront trouver dans ces dispositions soit un renforcement de leur éthique traditionnelle et une garantie de survie, soit au contraire une menace mortelle pour leur existence.

L'ajustement traditionnel des besoins et des ressources

Chez les pastoralistes traditionnels, il n'est pas rare qu'existe une régulation des troupeaux et de la population humaine elle-même qui soit un véritable ajustement aux ressources disponibles. L'exemple des Maasai est assez connu: tant qu'ils ont été autorisés à célébrer leurs rites traditionnels, ils ont limité les mariages et la procréation en fonction des possibilités qu'avait le groupe de créer assez de nouveaux troupeaux viables pour correspondre aux besoins des nouveaux foyers qui pouvaient se

créer; la fondation d'un foyer n'était possible qu'après l'élévation des jeunes hommes au rang de guerriers et la cérémonie était retardée par le Conseil des Anciens jusqu'à ce que l'on puisse trouver les bêtes (nombre, mais aussi âge, sexe et qualité) qui permettraient de fonder les nouveaux centres économiques viables que doivent être absolument les nouveaux foyers. D'une façon générale, les nomades, au moins tant qu'ils ne sont pas soumis à une forte pression des sédentaires qui empiètent constamment sur leurs terres, ajustent l'offre (lait et viande) et la demande (leur propre population) à la capacité de la terre. Chez les Kababish du Soudan par exemple, chaque mariage est discuté par les membres influents de la sous-tribu; dans les discussions qu'ont les Anciens pour juger de l'opportunité d'autoriser ou non un mariage interviennent de nombreuses considérations, parmi lesquelles les relations entre clans, le troupeau de fondation de famille et ce qui nous intéresse ici spécialement, les terrains de pâturage. Dans la discussion sur les terrains de pâturage que pourra utiliser le nouveau chef de famille, on tient toujours grand compte de la nature des pâturages et en particulier du fait qu'ils possèdent ou non des espèces ligneuses fourragères utilisées en saison sèche: la sécheresse n'est nullement considérée comme un accident ou comme une exception, mais bien au contraire comme un événement normal, prévisible sans exactitude mais qui viendra certainement un jour ou l'autre, et contre lequel il faut se prémunir dans la mesure du possible; quelle meilleure assurance contre elle que d'avoir des ligneux qui pourront sauver le bétail en fournissant un peu de fourrage quand toutes les autres sources auront disparues? Aussi chez certaines fractions, on va jusqu'à attribuer spécifiquement certains arbres bien déterminés à un éleveur, mais cette pratique est cependant assez rare. On la trouve appliquée dans des zones restreintes, où l'environnement est moins hostile et les arbres localement plus nombreux: ainsi dans quelques fonds de vallées de l'Elbourz iranien, et autrefois

dans quelques "dayas" assez étendues de l'ouest de l'Algérie, où les pistachiers ("betoum") étaient un par un attribués à un éleveur nommé ou à une fraction de tribu. Quand la stabilité et l'existence même du groupe nomade ne sont pas menacées sous l'effet de pressions politiques ou économiques, les ressources utilisées en commun sont généralement exploitées soigneusement et dans un esprit de conservation, "en honneur de famille". Mais que des pressions trop fortes viennent à s'exercer, et tout l'équilibre séculaire s'effondre. Ces pressions peuvent prendre des formes diverses: parmi les plus courantes, une volonté politique de sédentariser, dans l'espoir de mieux contrôler, et ignorant complètement que la mobilité est la clé de la survie de l'élevage mais aussi des hommes qui en vivent dans les zones sèches pauvres. Une autre pression courante est la poussée constante des agriculteurs vers des terres de plus en plus sèches, et de moins en moins aptes à supporter davantage de population, mouvement qui justifie le mot "c'est des villes que vient la désertification", c'est à dire "c'est la pression de plus en plus forte des villes sur les campagnes qui détruit l'environnement écologique et social".

Le respect des arbres par les éleveurs est plus répandu qu'on le croit. Au Kenya, les Pokot et les Turkana ne coupent jamais de bois pour le brûler, se contentant de ramasser le bois mort (BARROW, 1988). Les arbres ont un rôle important dans leur culture et s'ils ne les coupent pas, c'est peut-être parce qu'ils portent eux-mêmes des noms d'arbres et s'identifient à eux comme font les Shilluk du Soudan avec leurs animaux, qui n'abattent pas ou ne vendent pas à la boucherie certaines de leurs bêtes simplement parce qu'ils croient que leurs ancêtres y sont réincarnés. Toutefois, comme le rappelle NIAMIR (1990), on trouve plus souvent dans la littérature mention d'une absence de soins aux arbres par les éleveurs que mention d'une conduite et d'une gestion régulière des arbres. On trouve ainsi que les Boran et les Gabra

du Kenya septentrional savent planter des boutures, notamment de *Commiphora*, pour constituer des clôtures, en plaçant de la bouse de vache fraîche dans le trou de plantation (BROKENSHA *et al.*, 1980), mais on ne trouve guère de mention de plantation d'arbres fourragers par des groupes ethniques d'éleveurs purs. On en trouve par contre chez certains agriculteurs-éleveurs. Ainsi, les Madanin et les Bara du Kordofan sèment-ils des graines d'*Acacia Senegal* dans des pots où ils placent un peu de fumier lorsque la régénération naturelle de cette espèce est insuffisante; mais le gommier n'est pas, il s'en faut, qu'une espèce fourragère, son intérêt économique principal est dû à la production de gomme. De même les Serer du Sénégal et bien d'autres groupes ethniques des zones sahélienne et sahélo-soudanienne non seulement protègent mais encore sèment ou plantent *Faidherbia albida*, mais il faut bien reconnaître que cette espèce, si elle est indubitablement une très importante fourragère, est aussi très importante par le rôle bonificateur de la fertilité qu'elle exerce et que connaissent bien les paysans. Toutefois, nous avons tenté vers 1959 avec les Kababish (Kordofan soudanais) une expérience intéressante: après avoir rappelé l'intérêt des ligneux fourragers, nous avons fait semer tout au long d'un parcours de la tribu, dans une zone recevant en moyenne 200 mm de pluies. Les graines, d'acacias fourragers et de Capparaçés, avaient été récoltées par des jeunes, supposés fréquenter des écoles, dont le meilleur groupe avait reçu en récompense un ballon de football. Le semis était fait par des éclaireurs montés, du haut de leur dromadaire et en début de saison des pluies; l'opération a été réalisée avec une curiosité certaine et beaucoup d'amusement par les chameliers. Volontairement, les cheminementsemencés n'ont pas été suivis par le reste de la tribu. L'année suivante, on pouvait constater le long des trajets ensemencés, sur trois kilomètres, une forte augmentation des jeunes plants d'acacias, mais rien de significatif pour les Capparaçés. Il suffisait alors de ne pas

laisser les troupeaux brouter la zone en question pendant deux ou trois ans pour assurer la survie des jeunes arbres. L'expérience n'a pu être répétée mais les responsables des "fariqs" concernés nous ont dit qu'ils la recommenceraient d'eux-mêmes, ce qui indiquait bien qu'ils l'avaient trouvée positive; cependant, l'année où nous avons opéré, les pluies avaient été moyennes sur la région concernée.

C'est évidemment vers un meilleur ajustement des besoins et des ressources que doivent tendre les programmes de développement des productions animales. Une certaine marge de possibilité existe si l'on se rappelle qu'en Amérique latine (Mc DOWELL, 1972) moins de 10% des pâturages sont utilisés de façon rationnelle (rotation, pâturage différé, report de récolte, etc.) et encore moins en Afrique.

Tenure

L'appareil de production présente en général de grandes disparités, tant au niveau mondial qu'au niveau des nations. Lors d'un Atelier de travail consacré aux systèmes sylvo-pastoraux pendant le cours d'agroforesterie organisé par l'ICRAF en mai 1990 à Nairobi, les participants ont découvert que l'expression "petite exploitation agricole" pouvait concerner des surfaces bien différentes: dans un exposé de M.L. POLLA (Uruguay), c'était une ferme d'environ 200 ha, tandis que pour F.K. BHUIYA (Bangladesh), c'était moins de 1 ha. Dans ces conditions, le revenu des exploitants varie considérablement.

En France, à la fin de 1982, 275 laiteries (sur un total de 1623) collectaient auprès de 300 000 éleveurs (75% des exploitations) 83,3% du lait livré (DOYERE, 1984). Dans des conditions d'exploitation aussi centralisées, l'affouragement à partir de ligneux ne joue pratiquement aucun rôle pour les bovins laitiers: l'essentiel de l'alimentation vient de fourrages cultivés intensément, de résidus de

cultures, de grains, et pour une part importante et grandissante, d'aliments artificiels. On assiste dans les pays développés, au moins dans les régions où l'agriculture est en baisse (par exemple dans les régions montagneuses et marginales "gelées" pour l'agriculture par la Commission des Communautés européennes), à un retour d'un élevage ovin et caprin plus extensif, à la relance du pâturage en forêt, à l'utilisation plus intense du brouet; il s'agit sur ces terres non plus d'assurer une rentabilité maximum, mais de les entretenir pour éviter leur embroussaillage et pour préserver leur retour en production éventuellement dans quelques années ou quelques dizaines d'années. Des dispositions analogues sont prises en Grande-Bretagne où les produits de l'élevage représentent les deux tiers de la valeur finale de la production agricole.

Le problème de la tenure des terres est d'une extrême importance en ce qui concerne les ligneux: la première remarque à ce sujet étant qu'il n'est pas facile de convaincre qui que ce soit d'améliorer une terre ou d'y planter un arbre s'il n'a pas au moins l'espoir de pouvoir tirer profit de cette amélioration. On a dit que l'une des raisons majeures des résultats médiocres enregistrés par les kolkhoz soviétiques était que les paysans n'avaient pas beaucoup d'enthousiasme à travailler des terres qui ne leur appartenaient pas et dont ils ne tiraient pas un profit direct proportionnel à leur travail. On a montré (ARGOULLON *et al.*, 1981) que l'Opération "Sahel vert" au Cameroun n'avait pas pleinement réussi, en grande partie parce que les villageois ne faisaient aucune attention à planter correctement des arbres dont rien ne leur garantissait qu'ils en auraient la propriété ou au moins l'usage.

Le droit d'utilisation des terres à pâturage, lorsqu'il est reconnu, l'est le plus souvent en faveur d'une tribu ou d'une fraction de tribu. Après qu'ils eurent quitté le camp du Mahdi vers 1883 et rejoint le camp britannique où ils furent utilisés comme éclaireurs pour pénétrer

les territoires du Kordofan et du Darfour, les Kababish du Soudan ne demandèrent qu'une récompense en plus de leur salaire: que leur fut reconnu le droit traditionnel de pâturage qu'ils avaient sur de vastes territoires du nord Kordofan (Sodiri, Hamrat el Sheikh, 'Idd Abu Sufyan, etc.) utilisés comme pâturages de saison humide, sur des pâturages étendus au centre sud de la Province qu'ils utilisaient comme pâturages de saison sèche, et sur un étroit couloir reliant les deux territoires. Ce droit leur fut reconnu, alors que les autres tribus se virent attribuer souvent des territoires plus ou moins géométriques, aux limites aussi artificielles que celles de beaucoup d'Etats africains. Grâce à la forme étrange de ce territoire, une sorte d'os long à deux grosses têtes, l'une au sud pour la saison sèche et l'autre au nord pour la saison humide, les Kababish furent parmi ceux qui souffrirent le moins au Soudan de la sécheresse exceptionnelle des années 1970.

Souvent, les limites du territoire alloué à une tribu ne sont pas exactes ou précises: il s'agit alors plutôt d'une sphère d'influence que d'un territoire, et ceci peut être la source de conflits. Par ailleurs, les droits d'usage traditionnels sont de nature flexible et ouverte car fondés sur un principe d'appropriation prioritaire et non exclusive des terrains de parcours et des points d'eau. La division du territoire peut aussi être faite entre sections, fragments, et unités plus petites: ainsi chez les Dinka de Kongor, au Soudan, étudiés par McDERMOTT *et al.* (1983), où chaque section, composée de plusieurs clans, possède ses propres campements et aires de pâturage. Chez leurs voisins, les Nuer, qui sont aussi des Nilotiques, chaque fragment de tribu, qui est constitué par plusieurs lignages, dispose de ses propres terrains, séparés de ceux du fragment voisin par une bande de terres sans maître et en principe non utilisées (EVANS-PRITCHARD, 1940). En Algérie et au Maroc, les terres à pâturage de chaque fraction sont connues depuis longtemps et les droits de chaque groupe assez bien respectés

par les autres; la règle fondamentale est qu'on ne doit pas laisser paître ses troupeaux à proximité des tentes d'une autre fraction; mais les sous-fractions sont moins respectueuses que les fractions des usages traditionnels et il n'est pas rare que naissent des conflits sérieux, voire sanglants, entre sous-fractions: l'un des prétextes le plus souvent évoqués pour déclencher un conflit étant l'arrachage ou la coupe abusive de ligneux fourragers par une autre sous-fraction, en particulier de ligneux marquant des limites de territoire. Chez les Touareg du Hoggar, chaque clan avait ses terrains de pâturage, mais le clan dominant, les Kel Ghela, pouvait aller où il voulait (BOURGEOT, 1975): les pâturages étaient alloués par l'amenokal, chef du clan dominant, et chaque clan lui payait une redevance pour cette attribution.

Il n'y a pas de corrélation entre un groupe social et quelque technique agroforestière que ce soit. Il n'y a pas non plus une corrélation très étroite entre niche écologique et technique agroforestière particulière. Cependant, il peut y avoir une corrélation entre la composition d'un troupeau et sa gestion d'une part, et des pratiques qui ont un rôle dans la préservation de l'environnement d'autre part. Par exemple, un groupe ethnique peut se trouver tout à fait opposé à l'adoption de certaines techniques uniquement parce que celles-ci auront déjà été adoptées par un autre groupe ethnique qui leur est concurrent. Bien sûr, il est des techniques qui sont liées d'une façon ou de l'autre à certains facteurs écologiques. La marisylviculture ne peut se faire qu'au bord de la mer ou au moins avec de l'eau de mer. La culture en couloirs est exclue des zones arides, sauf s'il existe une possibilité d'irriguer. L'apisylviculture est un non-sens si les abeilles n'ont pas la certitude de pouvoir trouver l'eau, la nourriture et le niveau de température qui leur sont indispensables.

Toute solution technique agroforestière sera vouée à l'échec et complètement

inefficace, surtout en Afrique où les sols marginaux sont abondants et où la fertilité est faible, si un meilleur ajustement n'existe pas entre la demande et les possibilités. Dans une grande partie du continent, les ressources sont déjà entièrement utilisées, et il n'est pas d'espoir que la situation s'améliore tant que se poursuivront les systèmes politiques, démographiques, sociologiques et économiques qui prévalent actuellement. Il arrive que la tenure des terres à pâturage ne soit précise qu'au niveau des puits et des points d'eau: c'est ce qui se passe sur les terres de nombreuses tribus du nord Darfour et du nord Kordofan, au Soudan; il en est de même dans la région de Tanout au Niger où toutefois l'usage d'un puits peut être partagé entre deux groupes différents ou même davantage: ainsi, à où Touareg et Peul ont accès simultanément aux puits; en d'autres endroits, comme à Bara, au Kordofan, l'accès aux puits peut être autorisé à différentes tribus mais à des moments différents pour réduire les risques de conflits. L'application du droit de tenure par les allocataires eux-mêmes peut être radicale: en arrivant en 1960 aux abords du puits de 'Idd Abu Sufyan, dans le nord pré-désertique du Kordofan, nous fûmes surpris par l'odeur nauséabonde et surette propre aux corps en décomposition: cinq cadavres avaient été étendus sous une sorte de toit de chaume; il s'agissait des corps de chameliers kawahla qui avaient été tués quelques jours auparavant à leur retour d'Égypte où ils étaient allés vendre un gros troupeau de dromadaires en utilisant la Route des Quarante Jours (Darb el 'Arba'in) qui traverse le désert; sur les cadavres, l'or qu'ils avaient obtenu en échange de leurs animaux n'avait pas été pris. Il fut très facile de trouver les "coupables": des Kababish, seuls utilisateurs reconnus de ce puits, qui avaient égorgé ces autres chameliers parce qu'à l'aller ils s'étaient alloué le droit d'abreuver leurs bêtes sans en demander l'autorisation. Il ne fut pas difficile de les trouver car ils ne se cachaient pas, n'ayant aucun sentiment de culpabilité, au contraire fiers d'avoir appliqué la règle d'usage au

désert. Il fut un peu plus difficile de convaincre les autorités judiciaires de la Province de ne pas appliquer d'autre peine que le prix du sang: trois chèvres par cadavre, mais ceci permit d'éviter le soulèvement qu'aurait probablement provoqué un verdict plus sévère qui n'aurait été compris, ni par les Kababish, ni par les autres groupes tribaux.

Comme NIAMIR (1990) l'a souligné, la tenure des ligneux sur une terre à pâturage peut différer de celle du pâturage lui-même. Dans la plupart des cas, chaque pasteur semble libre d'utiliser comme bon lui semble tout arbre sur le territoire où il a le droit de conduire ses troupeaux; en réalité, il n'existe pas un véritable droit d'user et d'abuser des ligneux: des coutumes et usages généralement respectés, autant, nous l'avons dit, que les pressions sur le groupe restent tolérables, concourent à la sauvegarde du capital ligneux. Mais, en cas de besoin, l'utilisateur peut couper et détruire, il est vrai. On connaît quelques cas de tenure d'arbres au niveau de la famille: ainsi chez les Turkana du nord (STORAS, 1987), tant les eaux que certains fruits et que les ligneux fourragers qui se trouvent sur le "ere" ou territoire de la famille, appartiennent exclusivement à celle-ci et sont transmissibles par héritage. De même les Suiei Dorobo du Kenya (SPENCER, cité par NIAMIR, *l.c.*) reconnaissent à certains arbres de la brousse un propriétaire exclusif unique. Il semble que cette propriété soit *de facto* plutôt que *de jure*: elle peut aussi être limitée dans le temps; ainsi les Peuh) Mbororo que nous avons rencontrés au Tchad en 1957 dans la région de Mao considéraient que les arbres situés à proximité immédiate de leur campement étaient leur propriété exclusive, mais abandonnaient toute prétention à la propriété et à son usage dès qu'ils changeaient de camp; toutefois, ils s'efforçaient de revenir plus tard sur les mêmes lieux de campement pour retrouver les mêmes arbres si ceux-ci étaient vraiment nombreux et importants pour leur alimentation ou pour celle de leurs animaux. Au Rwanda, il n'est pas rare

qu'un paysan éleveur possède un arbre fourrager situé sur le terrain d'un autre paysan: ceci est souvent le résultat de partages restrictifs de la terre au moment d'une succession. Il en est de même au centre du Sénégal, où les *Faidherbia albida* sont si précieux pour les gousses qu'ils produisent et qui peuvent se conserver longtemps, que leur propriété est quelquefois distincte de celle de la terre qui les porte.

Un cas particulier de protection des ligneux fourragers est à signaler, c'est celui des "ahmia" ligneuses. La "hema" (singulier de "ahmia" en arabe) est un système très ancien de protection et d'organisation des pâturages qui semble né en Arabie, et que DRAZ (1978, 1985) a remis en honneur. La "hema" classique est une réserve pastorale où tout pâturage est interdit, mais où certaines catégories de personnes, généralement des pauvres désignés par le chef religieux ou par les Anciens de la tribu, sont autorisées à certaines périodes limitées et précises à couper l'herbe, voire à recueillir les feuilles des ligneux pour les utiliser ou même les vendre comme fourrage. Un autre type de "hema" est une simple mise en défens temporaire: le pâturage et le broutage et même la coupe de l'herbe ou du brouet sont autorisés mais seulement à des périodes bien déterminées. Dans un troisième type, le pâturage est autorisé tout le temps, mais l'accès est contrôlé: seul un certain nombre de bêtes ont accès au pâturage: la nature des bêtes et leur taille ou leur poids ou leurs caractéristiques sont souvent précisées: nous avons vu de telles "ahmia" en 1964 près de Taïf en Arabie saoudite. Certaines "ahmia" ne sont ouvertes au pâturage qu'après la floraison de plantes particulièrement mellifères, pour permettre aux abeilles de travailler tranquillement et pour éviter que le hététail soit piqué par les abeilles. Enfin, il est un type de "hema" où certaines espèces ligneuses, généralement fourragères, seules sont protégées; ainsi de certaines espèces qui ont une grande importance fourragère et méritent d'être défendues pour éviter leur disparition:

c'est ce qui se fait en Syrie pour protéger *Cassia Sturtii* après son introduction et jusqu'à ce qu'il soit bien installé; quelquefois on protège une espèce fourragère pour éviter son surpâturage et parce qu'elle a un autre rôle: ainsi d'*Haloxylon persicum* sur le Plateau du Nejd, où il sert à fixer les sables dunaires.

Le système "hema" ou des dérivés existent dans la péninsule arabique, au Proche Orient et surtout en Syrie, au Kurdistan, en Tunisie, etc. Il est rationnel... lorsqu'appliqué avec raison, et bien adapté aux conditions écologiques et sociologiques, mais sous la double pression de l'augmentation de la population et de la poussée de l'agriculture vers des terres de plus en plus sèches qui étaient dans le passé réservées au pâturage, il tend à céder... et la dégradation des pâturages s'ensuit rapidement. En Syrie, surtout vers 1970, le Gouvernement a essayé de les favoriser et de leur donner un nouveau dynamisme, notamment en aidant à la création de coopératives appliquant le système. (il en existait plus d'une vingtaine en 1978), en interdisant le labour de la pseudo-steppe et en établissant des centres de recherche pour identifier et divulguer les techniques de mise en valeur des terres à pâturage les plus efficaces et les plus respectueuses du milieu.

Systemes

Nous ne donnerons ici que trois exemples des systèmes qui peuvent naître autour des relations entre ligneux et production animale.

Pâturages complantés d'arbres

Dans la région d'Acosta-Puriscal, au Costa-Rica, étudiée par LAGEMAN *et al.* (1983), on trouve beaucoup d'espèces d'arbres délibérément maintenues et occasionnellement plantées sur les pâturages. Les plus communes sont: *Croton gossypifolius*, *Gliricidia Sepium*, *Diphysa robinoides*, *Cedrela odorata*,

Psidium Guajava, *Miconia argentea*, *Guazuma ulmifolia*, *Rapanea ferruginea*, *Hymenaea Courbaril*, *Tabebuia rosea*, *Inga edulis* et autres espèces, *Eugenia Jambos*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Samanea Saman*, *Cassia spectabilis*. Les pâturages sont utilisés essentiellement de manière extensive, avec une faible charge de moins d'une U.B.T.ha⁻¹, les bêtes se contentant d'herbes de faible valeur nutritive. Les plus petits exploitants ont tendance à éliminer les végétaux ligneux, tandis que c'est surtout chez les plus gros exploitants qu'on trouve des arbres plantés. C'est l'inverse de ce qui se produit chez les paysans des Hautes Terres du Kenya entre le Mont Kenya et les Aberdère. On explique la situation qui prévaut à Acosta-Puriscal par le fait que les petits exploitants n'ayant aucune ressource financière pour acheter le peu de bois de construction et le bois de feu dont ils ont besoin, sont contraints de couper les ligneux sur leur propriété. D'autre part, la majorité des paysans estiment que la compétition entre les ligneux et le tapis herbacé est trop grande en saison sèche pour qu'ils puissent laisser les ligneux sur les pâturages. Par contre, l'amorce d'une érosion visible inquiète les paysans et certains commencent à planter des arbres pour lutter contre l'érosion, surtout des pins et des eucalyptus, qui sont les essences mises à disposition par les services officiels, mais qui ne sont pas les meilleures espèces pour lutter contre l'érosion. Dans les espèces ligneuses plantées, il en est qui le sont parce qu'elles produisent du bois et d'autres parce qu'elles donnent d'autres produits ou des services divers.

Il n'existe pas de tradition de gestion technique sylvipastorale, aussi les combinaisons de plantes herbacées et de plantes ligneuses qu'on rencontre ne sont-elles pas nombreuses. C'est dans les pâturages qui ont fait l'objet d'améliorations, et en particulier d'enrichissement du tapis herbacé, qu'un effort de plantation de ligneux est le plus commun. Lorsqu'on a remplacé les herbes locales par d'autres espèces importées à

productivité plus forte, et qu'on a fertilisé et lutté contre les mauvaises herbes, on se donne alors la peine de planter des arbres. Les espèces ligneuses les plus plantées pour produire du bois d'œuvre dans les pâturages sont *Cedrela odorata* et *Tabebuia rosea*, mais on trouve aussi quelquefois *Hymenaea Courbaril*, *Enterolobium cyclocarpum* et *Samanea Saman*, qui ont l'avantage de donner aussi, en plus d'excellent bois, des fruits comestibles ou du fourrage. D'autres espèces sont plantées pour donner d'abord autre chose que du bois d'œuvre, et en particulier du bois de feu: ce sont notamment *Croton gossypifolius*, *Gliricidia Sepium*, *Diphysa robinoides*, *Psidium Guajava*, *Miconia argentea*, *Guazuma ulmifolia*, *Inga* sp. pl., *Eugenia Jambos*, et *Cassia spectabilis*. La plupart de ces espèces ont un feuillage et/ou des fruits qui peuvent contribuer à l'affouragement du bétail, mais elles ne sont jamais plantées pour remplir expressément ou au moins prioritairement cette fonction.

Noyeraies

Dans certains systèmes, comme celui du noyer noir, *Juglans nigra*, étudié par GARAVEL (1959) et par GARRETT *et al.* (1983) aux États unis d'Amérique, le pâturage comme la culture ne se pratiquent que pendant un temps limité, mais suivant des modalités différentes. Un système complexe consiste à planter les noyers à très grands espacements (12,2 x 12,2 m) et à cultiver dans les intervalles du soja et du blé d'hiver pendant les dix premières années, puis pendant cinq ans de la fétuque pour la production de foin et de semences, puis de faire paître les animaux sous les noyers à partir de la quinzième année. C'est une pratique assez répandue au Missouri. Une variante consiste à remplacer le pâturage à partir de la quinzième année par la culture de fétuque pour la production de foin tant que le sol reste assez fertile et assez éclairé. Une autre variante consacre d'emblée la noyeraie à la culture de foin et de semences de fétuque de la première année jusqu'à la quin-

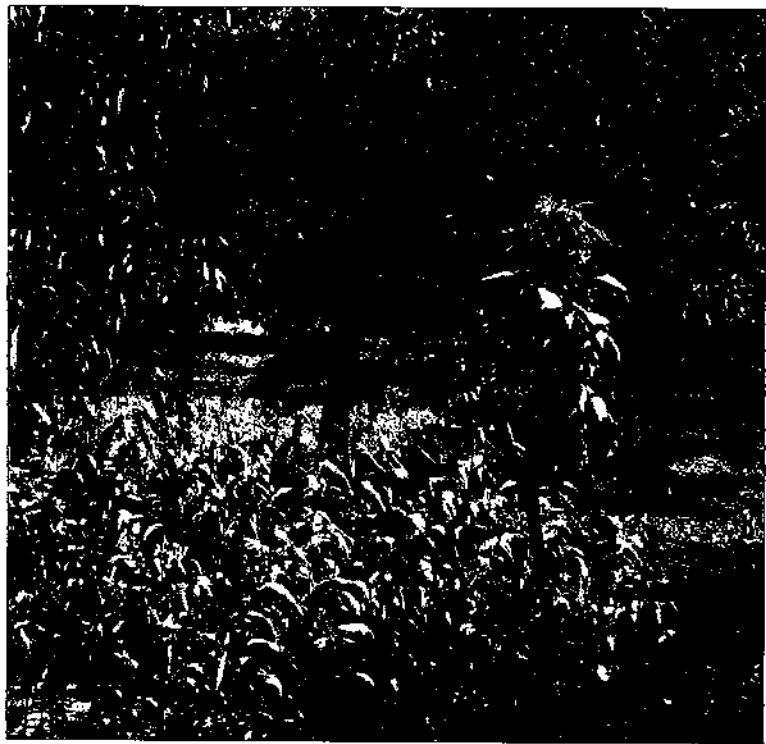


Fig 23 - Culture de maïs sous noyer royal de 2 ans près de Tullins en Dauphiné (France).

Photo : Michel BAUMER

zième, puis le terrain sous les noyers est livré au pâturage par le bétail; une analyse économique de ces différentes options est donnée par GARRETT *et al.* (*l.c.*). En Dauphiné, où c'est le noyer royal, *Juglans regia*, qui est encore cultivé par tradition, bien que le noyer noir ait beaucoup progressé depuis trente ans, on cultive souvent entre les arbres et pour des raisons de rentabilité économique, du maïs et des haricots en mélange pendant les 8 à 12 premières années (fig. 24). Le pourcentage de maïs par rapport à celui des haricots passe progressivement de 4/5 à 1/5, puis on fait paître, surtout par des moutons, maïs aussi par des bovins, bien que les coups de cornes éventuels sur les troncs puissent être néfastes aux arbres. Aux États unis, le pâturage sous noyer noir peut se poursuivre jusqu'à ce que le peuplement aie 80 ans, qui est souvent l'âge d'ex-

ploitation pour cette espèce, après qu'une éclaircie ait été pratiquée à 40 ans, pour obtenir en fin de rotation 67 tiges seulement par hectare; on évalue l'augmentation de valeur de la grume à 1,5% par an. Le pâturage peut durer plus longtemps sous le noyer royal, qui est encore souvent maintenu sur pied jusqu'à un âge plus avancé. Parmi les diverses combinaisons dans lesquelles le noyer, noir ou royal, peut être associé, les systèmes agrisylvipastoraux à forte intensité de travail et à productions multiples sont ceux qui donnent les résultats économiques les plus satisfaisants; en particulier, en Dauphiné, l'association de la noyeraie à deux fins, production de fruits et production de bois, avec la culture mixte d'une céréale et d'une Légumineuse, et avec le pâturage intermittent par des ovins, donne de bons résultats financiers.

On cherche à obtenir des cultivars plus productifs avec une grande qualité de la noix et une floraison tardive.

Forêt et pâturage

On n'en est plus aux temps où la forêt était, en Europe, réservée à la chasse royale et seigneuriale et où, en 1603, Jacques de CHAUFFOURT (cité par BECHMANN, 1984) écrivait dans son beau langage fleuri :

"Nulle beste n'ira en taillis jusques à tant que le bois se puisse défendre des bestes, pource que une beste qui ne vaut pas 60 sols ou 40 livres pourroit faire dommage de 100 livres ou plus en une année. Item il est expressément défendu à tous les officiers des dits Eaux et Forest de ne mettre, sous quelques couleurs et pre-textes que ce soit, ni laisser entier aux dites forests aucun bestial pour y brouter et pasturer, si ce n'est que les taillis soient defensables et tels déclarés par les officiers" Dès le XVI^e siècle, presque toutes les terres, qu'elle soient terres labourables, prés, friches, forêts, supportent le pâturage (DEVEZE, 1965).

Au XVI^e siècle en France, la forêt n'est qu'une immense région de pacage s'ajoutant aux landes, marais et terrains vagues et remplaçant les prés défaillants. Mais au Japon, c'est au XVII^e siècle, sous la dynastie des Shogun Tokugawa, qu'ont été créées les premières forêts de protection et qu'ont été donnés des avantages aux paysans qui plantaient des arbres (DEVEZE, *l.c.*). C'est à Saint-Paul (Minnesota, E.U.A.) qu'est née en 1876 la première association de défense de la forêt, dont l'une des actions visait à limiter, voire à interdire, le pâturage en forêt. Comme l'avait compris BOUDY (1950), à propos des suberaies au Maroc, l'aménagement des forêts "est en grande partie conditionné par la question du pâturage. On ne peut songer à la régénération ou au rajouissement d'une forêt si l'on n'a pas mis sur pied une formule conciliant ses exigences propres avec celles de parcours". Dans le suberaies des Albères, GENIN (1986) a fait effectuer en hiver un dé-

broussaillage par des génisses de race gasconne de 350 à 400 kg P.V., avec 18 génisses.ha⁻¹, pendant 14 à 16 jours. Le sous-bois ligneux est dominé par *Erica arborea*, *E. scoparia*, *Arbutus Unedo*, *Spartium Junceum*, *Phyllirea angustifolia* et *Calycotome spinosa*. Les animaux prélèvent des rations comprenant 87% d'espèces ligneuses; après deux semaines, le biovolume des ligneux est réduit de plus de 70%. Mais il faut donner une nourriture complémentaire.

- A - soit 4 kg de foin de Crau de seconde coupe avec de la mélasse et 7% du produit consommé sous forme d'urée à volonté.
- B - soit 2,9 kg d'orge, avec mélasse et urée.
- C - soit 2,5 kg d'orge et 0,850 kg de tourteau de soja 50 avec, dans les 3 cas des oligo-éléments (bloc à lécher).

Vers le 10^e jour la quantité de MS de ligneux ingérée devient le double avec orge + mélasse + urée qu'avec foin + mélasse. Le phytovolume aérien d'*Erica arborea* passe de 2350 dm³/ha⁻¹ à 400, celui d'*Ulex parviflorae* de 500 à 250, etc. (GENIN, *l.c.*) D'autres ligneux dont le volume ingéré est faible subissent néanmoins de forts dommages parce que leur enracinement est superficiel est ils sont arrachés: ainsi du eiste de Montpellier. Par ailleurs la fumure par les animaux favorise l'accroissement de *Brachypodium ramosum* et d'*Arrhenatherum elatior*; on peut aussi semer pour enrichir, par ex. avec *Dactylis glomerata*, *Lotus corniculatus*, *Festuca elatior*.

La digestibilité *in vitro* est de 28,80% avec le régime A, de 23,4% avec B et de 26,1% avec C. L'apport énergétique est par conséquent faible: 0,35 U.F.L. kg M.S.⁻¹ avec A, 0,25 avec B, et 0,32 avec C. L'analyse des résidus de digestion *in vitro* montre une digestibilité ruménale de l'azote faible, sûrement en liaison avec les tannins absorbés.

Dans l'aménagement des ilçaies du Maroc, qui sont traitées en taillis, "les

surfaces en défens ne doivent pas dépasser le cinquième de celle de la série, ce dont il faut tenir compte dans l'état d'assiette des coupes. Avec la formule de taillis simple, à révolution de 50 ou 60 ans, il ne sera parcouru qu'un cinquième ou un sixième de la série chaque année, la mise en défens étant de 8 ans, on n'aura donc jamais que 8/50 soit 1/6 au plus d'interdits. Toutefois, avec de courtes révolutions, de 30 ans par exemple, on tombe à 8/30 soit environ 1/4. Les longues révolutions de taillis sont donc les mieux adaptées aux nécessités du parcours. Pour les futaies, la situation est encore plus favorable :

"On sait que le jeune rejet de chêne vert est extrêmement sensible à la dent du bétail et que pour que sa pousse terminale soit à l'abri des entreprises de la chèvre, il faut qu'il ait au moins 2m de hauteur, ce qu'il n'atteint que vers 8 ans en moyenne" (BOUDY, *l.c.*).

Ce sont là les principes généraux de l'aménagement des forêts de chêne vert qui sont appliqués avec succès depuis un demi-siècle au Maroc.

En ce qui concerne les peuplements d'arganiers, les moutons broutent broussins et rejets, les dromadaires le bas des cimes, et les chèvres... grimpent dans l'arbre et consomment tout ce qu'elles peuvent attraper.

Quelques principes généraux servent de base aux droits d'usage pastoraux:

- les assises juridiques,
- les facteurs conditionnant son exercice
 - possibilité en herbe,
 - évaluation de leur valeur représentative,
 - indication des effectifs pâturant en forêt,
 - examens des modalités particulières de parcours, notamment de l'exercice de la transhumance en montagne.

BOUDY (1950) signale que la colonisation et, d'une façon générale, l'exten-

sion des cultures ont refoulé peu à peu les troupeaux sur la forêt. Et il considère la question du pâturage au moins en Afrique du Nord comme "le dénominateur commun de tous les problèmes touchant à la forêt".

En Algérie, la loi forestière du 21 février 1903 n'admet en forêt que les bêtes au-mailles et, en cas de calamité, les moutons sur autorisation spéciale du Gouverneur général. Bien que les chèvres soient interdites, on évaluait qu'il y en avait en forêt plusieurs centaines de milliers vers 1950. Le service forestier constatait 35 000 délits de pâturage par an en moyenne.

En Tunisie, le décret du 23 novembre 1915 modifié par celui du 28 février 1920 réglemente comme en Algérie mais sans éliminer les chèvres... mais les chameaux. On admettait en forêt 618 000 animaux avant la 2ème guerre mondiale, dont 329 000 chèvres !

Au Maroc, l'arrêté viziriel du 15 janvier 1921 réglementait le pâturage. Par famille, 5 bovins et 15 ovins étaient exemptés de taxe en forêt. Les chèvres étaient admises sur l'arrêté viziriel. L'effectif pour les tribus plus ou moins usagères s'élevait en 1947 à 3 470 000 dont 3 341 000 caprins mais au moins 30% étaient trop loin: le total admis dépassait cependant largement la possibilité fourragère.

Au Maroc, 3 catégories de pâturages naturels en forêt étaient distingués:

- ♦ chêne liège de plaine ou de basse montagne de 1 bovin par 2 ha (ou 5 ovins) à 2 bovins par 3 ha ou 1 bovin par ha mais si la forêt est embroussaillée: 1/2 bovin/ha seulement;
- ♦ chêne vert, pin d'Alep, thuya, de moyenne montagne, de 1 bovin (ou 2 ovins) par ha à 1 bovin par 3 ha (ou 4-6 moutons) ou 3 bovins par 4ha (ou 12 moutons); parcours pendant 9 mois;
- ♦ cèdre ou autres bois de haute montagne (>1500m) 1/2 bovin/ha ou 3 ovins/ha parcours pendant 4-6 mois.

"Pour la chèvre, la cause est entendue; en Algérie, tout le monde est convaincu maintenant de sa malfaisance forestière qui en fait un ennemi redoutable pour la plante à tous les stades de son développement et on est d'accord pour demander l'expulsion définitive de la forêt. Le principe en est au surplus admis par la loi du 21 février 1903. Néanmoins, il en subsiste encore trop dans le troupeau forestier indigène (643 000 d'avouées) et il en pénètre par suite beaucoup en délit dans les boisements.

"... Il y a quelque cinquante à soixante ans, l'ancien gouvernement autrichien avait en grande partie fait disparaître la chèvre de Bosnie, en la frappant d'impôts très élevés, et que l'Italie lui a fait une guerre sans merci dans sa zone montagneuse."

Boudy (1950) recommande 1/5 de mise en défens (affectation de régénération) par forêt.

La timidité des Services forestiers à faire appliquer la loi pendant la présence française au Maghreb a empêché la végétation de se développer autant qu'elle aurait pu. Dès l'indépendance, les Services tunisiens ont interdit la chèvre au sud du parallèle de Gabès, et quelques années plus tard le "Bled Thala" était redevenu, d'une pseudo-steppe très légèrement arbrissellée et très dégradée par le surpâturage, une pseudo-steppe arbrissellée avec des *Acacia raddiana* nombreux et normalement formés, peuplée de nombreuses gazelles.

Le mélèzein associe forêt claire et pâturage. Surtout développé en France et en Italie, dans l'Ouest des Alpes, très lié à la zone interne, loin des influences trop océaniques ou trop méditerranéennes (sauf dans le Mercantour où il déborde et présente sa plus grande diversité traversant étages et séries et constituant alors le plus souvent autant de peuplements de transition). L'effet mélèze est le résultat de 3 effets:

- ♦ microclimatique, qui favorise l'expression d'espèces prairiales mésophiles et d'espèces sylvatiques;
- ♦ pluvio-lessivat: la richesse des aiguilles en N, P, K, Ca et Mg, fertilise la pelouse et surtout les espèces calcicoles, même en pelouse de type acidiphile; leur disposition privilégiée aux abords du tronc et à la périphérie de la frondaison atteste le pluvio-lessivat et introduit un premier facteur de micro-hétérogénéité spatiale;
- ♦ litière: la chute bisannuelle des fines aiguilles (printemps-automne) constitue un apport important de M.O. rapidement biodégradable (en particulier à la fonte des neiges) à C/N élevé et riche en Ca. Il en résulte une minéralisation rapide qui favorise l'activité biologique et assure une bonne dispersion du Ca dans le profil ainsi que l'efficacité de l'apport des éléments biogènes. Cet ensemble de facteurs favorise particulièrement les espèces calcicoles ou sub-acidiphiles de la prairie et explique la transformation des sols sous mélèze, de type ranker podzolique ou rendzine brunifiée vers des types de sol brun forestier.

Cet effet litière est particulièrement important pour expliquer la diversité et surtout l'hétérogénéité spatiale du sous-bois dans le mesure où la dispersion spatiale de la litière est fortement conditionnée par trois facteurs: l'architecture de la strate haute, la pente, et l'exposition. Un peuplement dense induit une dispersion homogène tandis qu'un peuplement clair crée autour des individus une auréole d'effet mélèze au sein de laquelle s'observe de surcroît une micro-hétérogénéité dans la structure du sous-bois due à une accumulation préférentielle de litière à l'aval (sous-effet pente) et au Nord du tronc (sous-effet ombre portée: décomposition ralentie). Cette accumulation de litière défavorise localement les espèces prairiales au profit de certaines espèces de la mégaphorbiaire, des fruticées et des landes.

L'équilibre résultant de cet ensemble d'inter-actions entre le mélèze et son sous-bois n'est cependant explicable et maintenu qu'avec l'intervention d'un autre élément déterminant du système: l'herbivore domestique.

L'animal freine par sa charge l'effet des compétiteurs extérieurs et assure l'équi-

libre sylvo-pastoral. Les pluviocessivats sont riches en K.

La minéralisation de la première litière de printemps favorise *Crocus*, *Anemone*, *Soldanella*. La seconde litière, d'automne, ne se minéralise qu'au printemps suivant et favorise le développement de calcicoles en pelouses acidophiles.

De nos jours, la réduction du pâturage compromet la survivance du mélèze. On s'oriente vers une succession d'abandons et de reprises, et l'importance de plus en plus grande donnée aux sports d'hiver et aux aménagements de pistes skiabiles va jusqu'à compromettre définitivement l'avenir du mélèze dans les chaînes alpines européennes.

7. Recommandations

Les estimations sur les possibilités d'augmenter la production des pâturages par des techniques agroforestières sont fort variables. Dans les régions humides, HUMPHREYS (1977) pensait qu'une augmentation de la production de 50% était possible. Dans les régions arides *sensu lato*, BOX (1977) pensait que la production pouvait être multipliée par deux ou trois en suivant les règles de l'aménagement des terres à pâturage, qui comprennent l'augmentation des ligneux pour la production d'ombre et de fourrage, mais sans distinguer ce qui reviendrait aux techniques agroforestières proprement dites. Ces estimations nous paraissent très optimistes.

Le connu et l'inconnu

VIEIRA DA SILVA écrit (1985): "Si nous considérons l'importance potentielle ou actuelle des produits de l'agroforesterie par rapport à ceux de l'agriculture (bois et produits alimentaires en termes d'énergie), plus la valeur particulière de l'arbre due à sa relative indépendance des facteurs climatiques qui lui permet de pallier aux effets de la sécheresse aiguë, la recherche en agroforesterie devrait avoir une importance dix fois supérieure à celle concernant l'agriculture. Cependant, force est de constater qu'aucun programme de recherche n'est consacré à ce système et que les moyens les plus efficaces de lutte contre la sécheresse sont délaissés". Si nous partageons entièrement les vues de cet auteur concernant l'importance à donner à la recherche agroforestière, ses regrets quant à l'inexistence de programmes de recherche étaient déjà un peu hors saison puisque l'ICRAF, en collaboration avec divers Instituts, notamment du Tiers Monde, et beaucoup d'autres institutions, a entrepris un programme de recherche spécifiquement agroforestier.

Dans la remarquable analyse de cas de lutte contre la désertification au Sahel qu'il a menée, ROCHETTE (1989) rappelle que quelques principes se révèlent décisifs pour le succès des techniques à mettre en oeuvre, qui sont applicables d'ailleurs dans la plupart des autres milieux:

- l'aménagement du terroir, qui implique "la maîtrise de l'élevage des animaux domestiques, particulièrement de ceux appartenant aux populations sédentaires"; mais il ajoute que "la lutte contre la divagation des animaux n'est pas un préalable, mais un objectif à réaliser progressivement dans le cadre de l'aménagement du terroir et de l'intégration agriculture-élevage", point sur lequel nous ne pouvons être d'accord: pour nous, en plein accord avec René DUMONT, la cessation des divagations des animaux doit être l'une des premières et des plus absolues mesures d'aménagement du territoire; mais il faut bien sûr que des mesures d'accompagnement soient décidées par les populations concernées pour rendre acceptable cette nouvelle situation, comme, par exemple, le développement généralisé de l'alimentation à l'auge et les travaux que cela implique;
- l'aménagement des bassins hydrographiques et tout particulièrement un ensemble de mesures cohérentes pour lutter contre l'érosion et faciliter la pénétration de l'eau de pluie dans les sols;
- la maximisation des ressources en eau et en sol et de leur utilisation;
- l'amélioration de la productivité du sol et des plantes, et du travail du sol;
- la diversification des cultures.

Chacun de ces principes, dont la validité est généralement reconnue par les spécialistes, en particulier au Sahel, s'accommode particulièrement bien de

l'accroissement du rôle de l'arbre au service des animaux dans des systèmes agroforestiers. L'une des clés de la lutte contre la si désastreuse divagation des animaux (BAUMER, 1968) est de multiplier les clôtures, en particulier là où c'est possible, les haies et les clôtures vivantes. Une autre arme à la disposition des aménagistes est le développement de l'affouragement à l'auge. Les clôtures serviront à maintenir les animaux la nuit dans de petits enclos facilitant la récolte du fumier, à protéger les terres cultivées, en contribuant à la production agricole, comme au pays bamiléké, où ces haies produisent dans certains villages jusqu'à 15 % de la nourriture (DIPOMMIER, comm. verb.). à délimiter de grandes surfaces qui seront ouvertes à tour de rôle au pâturage suivant un plan de rotation, etc. Planter des arbres permet aussi de disposer du bois nécessaire pour construire les abris, les étables, et les granges, qui s'avèreront de plus en plus nécessaires dans les zones agricoles si, comme il est espéré, les élevages en stabulation continuent d'y prendre de l'importance par rapport à l'élevage en liberté, gardienné ou non. Dans l'aménagement des bassins versants, les ligneux peuvent aussi jouer un rôle fondamental: alignements d'arbres fourragers en courbes de niveau ou sur bourrelets par exemple, comme il est fréquent en Tunisie (FLORET, 1990).

En ce qui concerne la maximisation des ressources en eau, les deux rôles principaux que peuvent jouer les ligneux dans les terres à pâturage sont:

- la diminution par leur couvert de la violence de l'impact des gouttes de pluie sur le sol;
- la facilitation de la pénétration de l'eau dans le sol parce qu'elle suit les racines et parce que le sol est ameubli par elles (mais quelquefois, en particulier si les arbres sont rares, il est au contraire tassé sous les arbres parce

que les bêtes s'y serrent pour se mettre à l'abri du soleil).

Ce rôle de l'arbre sur les terres à pâturage n'est pas négligeable en période de pluies faibles, mais il doit être pensé surtout en fonction des périodes à forte pluviosité, car c'est alors que l'érosion est le plus à craindre.

Du point de vue économique, l'arbre aide aussi à une maximisation de la productivité par la valeur des ressources supplémentaires qu'il procure, ressources fourragères notamment, et il apporte à l'exploitation des produits plus diversifiés et une sécurité reposant donc sur des bases économiques plus larges.

L'arbre fourrager multiplié dans les jardins de case, dans les champs de case et de village, peut avoir aussi un rôle social majeur, en allégeant les charges domestiques des femmes et en facilitant leur promotion sociale, conditions absolument indispensables à un "décollage" de l'économie.

L'arbre du Ténééré (Niger), magnifique *Acacia tortilis* ssp. *raddiana* (BARBIER, 1984) qui fut tué par un chauffard, démontrait la formidable capacité des végétaux ligneux à défier l'assèchement et

l'ensablement. Très vieux, il était établi en plein désert sur une vieille dune fixée, et le dernier témoin d'une période où le Sahara était moins aride. Ce ne sont pas les arbres situés dans les cuvettes, où pourtant s'accumule l'eau, qui résistent toujours le mieux à la sécheresse. ROCHETTE (1989: 415) rappelle que dans les zones saharo-sahélienne et nord-sahélienne, qu'il définit à notre avis de façon un peu arbitraire et en ne se servant que du seul critère des précipitations (cf. tableau 68), les plus grands cimetières d'arbres après la sécheresse des années 1973-1984 étaient dans les terres à pâturage des cuvettes interduinales ou des grands glacis entre Tombouctou et Gao, ou entre Douentza et Gao, dans le nord du Damergou, dans les dallols de l'Azawak, dans les dépressions des plaines d'Agadez et de l'Irhazer, et même dans les vallées comme celle du Sénégal vers Podor et Kaédi, ou dans le delta intérieur du Niger comme au N.O. de Youvarou, dans la forêt de Gatié.

C'est que les sols de ces dépressions sont très riches en éléments fins, à faible capillarité, et que le peu d'eau disponible y est plus difficilement mobilisable par les plantes que sur les sols sableux.

Domaines économique et social

La recherche tend à mettre de plus en plus l'accent sur l'analyse de l'exploitation agricole comme niveau pertinent. Or, cette tendance est dangereuse: l'exploitation agricole ne concerne qu'une des fonctions, la fonction de production, que remplit le groupe familial rural. Ce groupe remplit aussi d'autres fonctions, notamment de consommation et d'accumulation. Suivant la fonction à remplir, ses membres s'assemblent en groupes ou sous-groupes qui s'articulent, se regroupent ou se superposent. Souvent tel comportement dans une sphère, par exemple celle de la production, ne trouve son exploitation, son expression, que dans une autre sphère, par exemple celle de l'accumulation ou de la consommation. Il est donc important que la recherche "système" ne se limite pas à la fonction de production, mais prenne en compte l'ensemble des fonctions et étudie comment le groupe s'organise pour les remplir, quelles en sont les règles et comment elles ont évolué et évoluent dans le temps, comment un produit agricole (ou autre) passe de la sphère de la production à celle de la consommation et/ou se transforme en bien accumulé.

L'intensification de l'emploi des ligneux dans le cadre d'une politique globale de développement rural harmonisé pose des problèmes institutionnels. Dans de nombreux pays en voie de développement, et dans pratiquement tous ceux de l'Afrique, les structures administratives et gouvernementales sont presque toutes encore directement héritées du système colonial, que les jeunes nations avaient pour la plupart tellement décrié au moment des indépendances. On est en droit de se poser la question de savoir si ces structures conviennent aux problèmes et aux possibilités d'aujourd'hui de ces pays. Dans ceux dont une partie importante des activités économiques repose sur le pastoralisme, ne serait-il pas plus judicieux de posséder

Zone	Classification adoptée par ROCHETTE	Classification agroclimatique F.A.O. Probabilité 90%
saharienne saharo-sahélienne	< 100 - 200 mm de 100 - 200 mm à 300 mm, limite nord des cultures sèches	< 200 mm de 200 mm à limite nord des cultures sèches
sahélienne	de 300 à 500 mm	de limite nord des cultures sèches à 350 mm
sahélo-soudanienne	de 500 à 800 mm	de 350 mm à 600 mm
soudanienne	de 800 à 1000 mm	de 600 mm à 800 mm
soudano-guinéenne	> 1000 mm	> 800 mm

Tableau 68 -Zones climatiques au Sahel selon la pluviosité, d'après ROCHETTE et la F.A.O.

Source: ROCHETTE, 1989

une structure pastorale plutôt qu'un Service des Eaux et Forêts ou à côté de lui, ou de spécialiser des forestiers à des tâches pastorales ? Et si l'agroforesterie est reconnue comme une série de techniques à même mieux que d'autres et plus souvent de résoudre certains des problèmes de la production agricole, ne faudrait-il pas envisager de constituer des instances de coordination de l'agroforesterie plutôt que de voir des services anciens essayer de se l'approprier. Forêts, Elevage, Agriculture, Génie rural, etc. ?

Le paysan a souvent à choisir entre plusieurs options lorsqu'il est décidé à accroître le nombre des arbres sur son exploitation. Par exemple, il peut être partagé entre la création d'une petite parcelle de bois de feu, la constitution d'une haie avec plusieurs niveaux de ligneux, la plantation de quelques arbres de rapport pour marquer les limites de sa propriété, ou la plantation d'arbustes fourragers, soit sur des pâturages, soit en quelques endroits qu'il n'utilise pas pour des cultures (bords de chemin, coin de terre difficile à cultiver, etc.). On remarque dans ces cas que le paysan ne choisit presque jamais de planter des espèces purement fourragères, bien qu'il se plaigne presque toujours d'avoir des difficultés d'approvisionnement en fourrage au moment de la saison sèche, surtout vers la fin de cette saison. C'est ainsi que dans le Projet agro-pastoral de Nyabisindu, au Rwanda, qui a obtenu dans l'ensemble de très bons résultats, les paysans choisissent en tout dernier lieu parmi les activités possibles la production de plants d'arbres et d'arbustes fourragers dans les pépinières (KERKHOFF, 1990), bien qu'il ait été clairement démontré que l'apport de fourrage qu'ils en pourraient obtenir permettrait d'améliorer la production animale et de la rendre plus sûre. Il est vrai qu'à Maseno, au Kenya, comme en d'autres endroits (MUKHEBI *et al.*, 1986), la combinaison d'un ligneux avec une céréale, *Sesbania* sp. avec du maïs par exemple, ou pois d'Angole et maïs, ne donne pas de résultats significativement

supérieurs au maïs seul: sans engrais, le *sesbania* donne par an 28,50 t. M.S.ha⁻¹ et le pois d'Angole 26,60 t.M.S.ha⁻¹.an⁻¹ contre 40,20 t.M.S. pour le maïs. Avec engrais, les chiffres sont respectivement 39,40 t. M.S.ha⁻¹ avec le *sesbania* et 40,60 t. M.S.ha⁻¹ avec le pois d'Angole contre 48,10 t.M.S.ha⁻¹ pour le maïs.

L'introduction du bétail en forêt a plusieurs justifications possibles; elle peut être faite par exemple:

- ♦ pour récupérer une partie des coûts d'installation des arbres,
- ♦ pour réduire la compétition de la végétation herbacée avec les ligneux, ou pour réduire la compétition de la végétation naturelle avec les arbres qu'on a plantés,
- ♦ pour éloigner le bétail des zones cultivées,
- ♦ pour rentabiliser l'utilisation des sous-produits de la forêt, par exemple, dans les "déchetas", pour valoriser les glands tombés à terre qui deviennent un aliment pour le bétail, surtout s'il s'agit de porcs,
- ♦ pour utiliser le sous-étage et le tapis herbacé sous forêt comme un pâturage de saison sèche,
- ♦ pour améliorer et utiliser les coupes de sous-étage.

En général, on constate qu'il y a peu de surpâturage lorsque l'insuffisance d'eau ne permet pas l'utilisation du pâturage toute l'année.

Comme chaque fois qu'un nouveau barrage est créé, la construction du barrage de Turkwell, commencée en 1986, et terminée à la fin de 1990, a été vivement critiquée par des écologistes et continuée de l'être, ... même par des écologues ! En dépit d'un manque d'herbe presque total, les boisements ripariens de l'est du District de Turkana, que traverse la Rivière Turkwell, nourrissent en effet plus de 30% de tout le bétail du District pendant la saison sèche (BARROW, 1987). Or, chaque "ekwar" (pluriel: "ngikwarin") ou zone de végétation forestière et de points d'eau à droits d'usage précis (droits de l'eau, de la terre et des arbres)

va être fortement perturbé au moins pendant les deux années de mise en eau du barrage, qui a commencé en 1990, puis probablement par la suite. Les arbres risquent fort de périr, comme ont fait pas mal des survivants des introductions de palmiers dattiers pakistanais qu'avait commencées la F.A.O. entre 1971 et 1974, mais aussi cinq espèces ligneuses très importantes: *Acacia tortilis*, *Salvadora persica*, *Hyphaene coriacea*, *Cordia sinensis*, et *Zizyphus mauritiana*. Quant à la population qui dépend de cette zone pour sa survie, soit peut-être 40 000 personnes (il y aurait 2000 "ngikwarin" sur chaque rive, en comptant une moyenne de 5 "ngikwarin" par kilomètre de berges, nourrissant 20 personnes chacun), elle risque de beaucoup souffrir, même si des périmètres irrigués proches de la digue à Kakwamoru, à Katilu, à Juluk et peut-être à Turkwell, peuvent profiter d'un flot régularisé ... mais pas avant deux ans suivant le début de la mise en eau du barrage. N'aurait-on pas pu étaler sur 3 ou 4 ans la mise en eau, pour ne pas assécher quasi complètement la rivière (car il est très douteux que ses affluents puissent maintenir un courant d'eau) ? D'aucuns pensent qu'il n'est pas possible de retarder de 2 ans l'apport d'électricité que représentera le barrage. Mais ce ne sont pas les semi-nomades turkana qui bénéficieront de l'électricité ! "Le développement", comme écrivait le Père LEBRET (1950), "est, pour une population déterminée et les sous-populations qui la constituent, la série des passages, au rythme le plus rapide possible et au coût le moins élevé possible, d'un stade de vie moins humain à un stade de vie plus humain". Si des sous-populations d'un ensemble, ici les Turkana, ne bénéficient pas d'une activité de développement, c'est qu'il s'agit de contre-développement. De plus, l'évaporation risque d'augmenter à cause du grand réservoir créé en amont du barrage; aussi ne sait-on même pas si la rivière Turkwell apportera encore de l'eau au Lac Turkana, dont le niveau, déjà affecté par le barrage de l'Omo en Ethiopie, risque de continuer à baisser, et les eaux de devenir plus salées. Déjà,

RECOMMANDATIONS

le Golfe Ferguson s'assèche fortement, où 70% des tilapias du Lac prenaient naissance.

Pour 28% des personnes interrogées par BARROW (1987), les limites de l'"ekwar" sont définies par des clôtures d'épineux. Mais 19% les définissent d'après l'espèce (ou les espèces) ligneuse(s) principale(s), et 9% considèrent que c'est la rivière elle-même qui définit l'"ekwar". Dans la majorité des cas, les "ngikwarin" appartenait déjà au père de l'interrogé. Pour 19% de ceux qui quittent un "ekwar", la raison donnée est l'épuisement du sol, et pour 38% la sécheresse. L'"ekwar" est moins utilisé en saison des pluies qu'en saison sèche, mais 17% des interrogés soulignent l'importance des fruits sauvages récoltés sur les ligneux, généralement en saison sèche, et 66% reconnaissent que l'abondance du tapis herbacé pendant cette saison a pour leurs animaux de l'importance (mais la plupart préfèrent les faire paître en dehors de l'"ekwar" pendant les pluies).

En période sèche, c'est très nettement l'*Acacia tortilis* ("ewoi") qui est le plus souvent cité comme l'espèce la plus importante, essentiellement à cause de son rôle fourrager. Viennent ensuite: *Cordia sinensis*, *Salvadora persica*, *Hyphaene coriacea* et *Zizyphus mauritiana*, qui sont tous des ligneux à usages multiples et tous fourragers, sauf le Palmier. L'utilisation de l'"ekwar" comme source de fourrage vient en tête des raisons données pour son usage, puis la production d'aliments pour les humains; l'ombre pour les animaux et pour les humains est également considérée comme importante, et, dans une moindre mesure, la production de bois de feu et celle de charbon de bois.

Moins importantes mais mentionnées, les espèces suivantes, par ordre décroissant: *Acacia elatior*, *Balanites orbicularis*, *Boscia coriacea*, *Dobera glabra*, *B. angustifolia*, *Tamarindus indica* et *Berchemia discolor*. Il faut remarquer que l'importance relative des cinq espèces

considérées comme les plus importantes varie beaucoup d'une région à l'autre. Par exemple, l'*Acacia tortilis* est mentionné dans 96% des cas à Kosipir, mais dans 35% seulement à Kalakol, sur les bords du Lac Turkana, où l'*Hyphaene coriacea* est mentionné par 98% des personnes interrogées. Le jujubier *Zizyphus mauritiana* est mentionné par 9% à Kerio, par 4% à Kosipir, mais par 27% sur les bords du Lac, 25% à Tarach, et 21% à Turkwell. La fréquence indiquée suit de près la fréquence réelle de l'espèce dans le paysage, ce qui indique que les personnes interrogées ont de leur environnement une idée très pratique et limitée à l'entourage directement utilisable. Les fruits sauvages constituent 25% des apports alimentaires annuels chez les Ngibochoros, qui vivent près du delta de la Turkwell, et 42% en saison sèche; les surplus sont vendus sur les marchés et peuvent rapporter autant que le bois de feu ou le charbon de bois.

Plus au sud du District, au sud et à l'est de Katilu, les pasteurs dépendent moins de la Rivière Turkwell, sauf en cas de sécheresse exceptionnelle. Les Ngisonyoka estiment qu'il y a trop de tsé-tsé dans la forêt riveraine; toutefois, pendant la sécheresse 1980-1981, des milliers de leurs bovins sont venus s'abreuver à la Turkwell près de Kaputir (DYSON-HUDSON *et al.*, 1982).

Les quatre principaux arguments utilisés contre les nomades Turkana sont:

- leur mobilité, qui empêcherait le bon fonctionnement de services sociaux tels que dispensaires ou écoles;
- le manque de délimitation territoriale précise d'un "adakar", qui amènerait l'indiscipline et en rendrait l'administration impossible;
- la tenure en commun, qui est supposée empêcher la conservation des ressources;
- le trop grand nombre d'ânes.

Le premier argument est valable mais il n'y a aucun degré de services sociaux qui puisse compenser le sacrifice d'un système durable de gestion et d'utilisa-

tion des ressources naturelles qui dépend de la mobilité pour recueillir des ressources éparpillées (NORCONSULT, 1990). Le second point est tendancieux et sous-estime la capacité des nomades à s'administrer eux-mêmes tant que l'administration sédentaire ne les perturbe pas systématiquement, et il a été utilisé en d'autres circonstances pour justifier la subdivision des terres et l'établissement de clôtures. Quant au troisième argument, c'est une simplification pour justifier une intervention dans un système de partage et de gestion des ressources qui ne causait aucun dommage à l'environnement jusqu'à ce qu'interviennent de l'extérieur des gens manquant d'information sur cet environnement. Enfin, le dernier argument n'est pas soutenu par des dénombrements et des démonstrations, et rien ne prouve que la réduction des ânes réduirait les dommages qui seraient causés à l'environnement.

Ces noires considérations s'appliquent d'une façon générale aux efforts qui sont faits pour modifier la vie des pasteurs, et notamment pour les sédentariser. Comme l'écrit DARKOH (1990), encore à propos des Turkana, "les donateurs ont englouti des sommes colossales dans l'établissement de pêcheries et de cultures irriguées" et ceci sans résultats, comme au Projet d'aquiculture de Kalakol à 50 km au N. de Lodwar". Dans le secteur de l'irrigation, il faut avoir le courage de réaliser qu'après 20 ans d'efforts, les populations des projets irrigués ont des revenus devenus plus faibles que ceux des pastoralistes, se nourrissent plus mal et ont un niveau de vie plus bas. Sur le Lac Turkana, de nombreux problèmes ont empêché l'essor des pêcheurs et les conditions de vie des populations ne se sont pas améliorées. "Les risques encourus sont nettement plus élevés que ceux de la vie pastorale et il reste à démontrer que les programmes de développement sont capables d'offrir des choix viables" (SORBO *et al.*, 1988). Comme l'a écrit BERNARD (1985), la vie de tous les jours dans les régions arides et semi-arides du Kenya

est "devenue plus hasardeuse depuis que les développeurs, les donateurs, et les assistances extérieures s'en occupent". car "des actions bien intentionnées du Gouvernement et des agences de coopération y contribuent à l'aggravation des conditions environnementales et humaines" (DARKOH, *l.c.*).

On peut toutefois espérer que le barrage de Turkwell n'aura pas sur la faune les mêmes effets que celui de Mtera, à mi-chemin entre Dodoma et Iringa en Tanzanie. Là, le remplissage du réservoir a créé cinq îles, où beaucoup d'animaux sauvages se sont trouvés prisonniers: zèbres, phacochères, éléphants, singes, élans, buffles, antilopes et gazelles. Beaucoup d'autres ont quitté la région. Plus tard, ce sont les mammifères du Parc national de Ruaha qui sont venus, attirés par l'eau et par la nourriture: les villageois estiment que leur nombre s'est accru à un point où ils détruisent les cultures de façon inacceptable et les singes et les éléphants sont redevenus leurs ennemis; les crocodiles risquent de le devenir aussi, qui se multiplient dans le réservoir (NGAZA, 1987). Une autre conséquence du réservoir a été une accélération des coupes de bois pour pouvoir fumer le poisson. Cependant, comme on n'avait que très peu coupé d'arbres à l'emplacement du réservoir avant de le mettre en eau, l'utilisation de filets de pêche n'est pas aisée, les prises de poisson ne sont donc pas importantes, pas encore aussi élevées, dit-on, que lorsque les arbres engloutis seront pourris et ne constitueront plus un obstacle à la pêche au filet.

Il y a des centaines d'exemples de tentatives de sédentarisation par création de projets d'agriculture irriguée basés sur l'hypothèse que les nomades devront se transformer en agriculteurs: tous ces projets ont été ou sont des échecs, sauf peut-être les opérations massives pratiquées dans les Républiques soviétiques du Kurdistan, d'Ouzbékistan et du Turkménistan dans les années 20 à 30, où des millions de nomades ont été sédentarisés de force et contraints de devenir des

agriculteurs dans d'immenses fermes irriguées de cotonnier; succès d'ailleurs contestable puisqu'il aboutit aujourd'hui à l'assèchement de la Mer d'Aral et à toutes ses conséquences. Celle-ci a tellement diminué de surface qu'elle s'est fragmentée: les alluvions apportées par l'Amou-Daria et le Syr-Daria ont toujours tendu à combler la Mer d'Aral, puis les barrages et les projets d'irrigation du coton en amont ont considérablement réduit le volume d'eau: le port d'Aralsk n'est plus sur la mer, les bateaux de pêche rouillés sont échoués sur le lit des anciennes rivières, l'esturgeon a presque certainement disparu, et le peu d'eau qui arrive encore est si fortement pollué par les produits chimiques épandus sur les champs de coton que 9/10 des bébés naissent anémiques ou avec de graves malformations, et que la population quitte massivement la région (KRUGLOV *et al.*, 1990). Sur les berges des anciennes rives de la Mer, les ligneux sont morts, en particulier les *Atriplex* et les *Halocnemum*, empoisonnés par la forte concentration de produits chimiques accumulés dans le sol, et ne permettent plus aux troupeaux de se nourrir, aussi l'élevage a-t-il considérablement diminué: une autre raison étant que les animaux, s'ils acceptaient encore de boire l'eau de la Mer d'Aral, ce qui n'est plus le cas depuis longtemps, ne pourraient plus s'y rendre, car les parcours sont trop longs entre la terre ferme et l'eau, et occupés souvent par des vases dangereuses ou par de grandes étendues salées dépourvues de toute végétation.

Ni les nomades ni les transhumants ne sont prêts à se sédentariser. Quelquefois, ce sont les femmes qui s'opposent à la sédentarisation. Accueilli et soigné un jour de 1959 sous la tente des femmes chez le nazer des Kababish au Soudan, je posai la question: "Mais pourquoi n'acceptez-vous pas les villages que le Gouvernement vous propose de construire, avec des écoles et des dispensaires réservés à votre usage?" et je fus enchanté, même ravi, parce qu'une très jolie jeune femme me dit au bout d'un

moment, devant ses compagnes qui riaient sous cape, que les femmes aimaient tant les quelques journées par an où le désert est en fleurs qu'elles préféreraient cette vie nomade si difficile, pour avoir la chance de profiter de ces quelques journées merveilleuses; j'étais très content de cette réponse si poétique et prononcée par une si jolie personne, et m'en allai lentement, heureux et rêvant, à travers le campement, lorsqu'une vieille m'approcha et me dit que tout cela était vrai mais aussi que les femmes appréciaient beaucoup de savoir où était leur mari: juchées sur la selle du dromadaire avec le mari tenant la bride, elles le voyaient sous leurs yeux, tandis que si elles étaient parquées dans des maisons fermées, elles n'auraient plus aucune connaissance de ce que leur mari serait en train de faire! C'est pourquoi les femmes refusaient la sédentarisation! D'une façon générale, beaucoup de programmes d'irrigation ont des conséquences désastreuses sur le plan environnemental: que l'on songe à la stérilisation des terres en Mésopotamie, à la salinisation du delta inférieur du Nil, ou, révélée plus récemment, à la mort de la Mer d'Aral.

Il se pourrait que, dans les zones arides *sensu lato*, la seule façon logique d'utiliser l'irrigation soit pour l'instant de produire du fourrage afin de constituer des réserves aux troupeaux pour la mauvaise saison, avec la possibilité d'utiliser à ces fins des eaux naturellement saumâtres, comme savent le faire, par exemple, les Israéliens et les Hollandais.

Appelé à New York en 1973 par le Secrétaire général des Nations unies à faire partie du premier noyau d'experts des zones arides qui allait devenir le Bureau spécial du Sahel (S.S.O.), puis l'UNSO (Bureau pour les activités dans les régions sahéliennes et soudaniennes), nous avons réuni deux groupes de spécialistes qui ignoraient réciproquement leur existence et travaillaient de façon tout à fait séparée. Le premier groupe travaillait à inventorier et repertorier ce qui avait été fait au Sahel par

RECOMMANDATIONS

les donateurs dans les dix années précédentes, et l'autre sur les dispositions qu'il aurait fallu prendre en 1963 pour que les conséquences de la sécheresse des années 1973 et autres ne soient pas aussi sévères. Ce dernier groupe tomba d'accord sur le fait qu'il aurait fallu donner l'absolue priorité dans les actions assistées à tout ce qui touchait à l'aménagement des terrains de parcours, sauf les aménagements hydrauliques, qui n'auraient dû être pris en considération qu'après, évidemment, que les aménagements du tapis végétal auraient donné leurs premiers résultats. D'après le Groupe, au moins 75 % des sommes dépensées auraient dû être dans ce domaine. Or, dans la pratique, comme les travaux du premier groupe l'ont montré, moins de 1% avait été alloué à de telles activités, mais des hôpitaux avaient été bâtis que les Gouvernements ne pouvaient entretenir, d'autres où les animaux étaient logés dans les chambres et où les visiteurs campaient dans les jardins, des routes menant nulle part avaient été construites et des ponts franchissant des rivières mais où des routes n'aboutissaient pas, des écoles sans maîtres avaient été construites, et d'importantes avances de fonds consenties pour l'achat de matériel militaire et d'armement. Quand des installations de stockage avaient été faites, c'était dans des ports ou à proximité immédiate des centres gouvernementaux, mais pas où elles seraient nécessaires, dans les secteurs géographiques les plus menacés par une sécheresse éventuelle.

On n'avait pratiquement rien fait pour créer des banques de fourrage, pour établir de petits centres de conservation de

fourrage ou de grains à proximité des lieux les plus sensibles à une éventuelle sécheresse, et non pas, comme on l'a fait depuis, dans les grands centres, sous le contrôle de hauts responsables gouvernementaux qui ne savent pas toujours résister comme il conviendrait aux pressions raciales et autres exercées sur eux ni à l'attrait de devenir à bon compte propriétaires de bétail.

Enfin, dans des systèmes de production modernes intensifs l'efficacité de l'utilisation de l'énergie par les animaux d'élevage est mauvaise (SMITH, 1984). Le pourcentage d'énergie récupérée varie de:

- 10,6 à 24,5% pour des poules pondeuses suivant qu'elles produisent 50 ou 250 oeufs par an;
- 19,4 à 36,6% pour des vaches laitières suivant qu'elles donnent 2000 ou 8000 l par an;
- 6,1 à 16,9% pour des bouvillons suivant qu'ils produisent 0,25 ou 1,5 kg de viande par jour.

L'efficacité de l'utilisation des protéines n'est pas meilleure. Elle varie de 6,7 à 26% pour les poules pondeuses, de 21 à 40% pour les vaches laitières et de 4,4 à 13% pour les bouvillons.

Il ne peut être question de développer économiquement de tels systèmes dans des P.V.D. où la nourriture est rare et en compétition entre l'homme et ses animaux. Dans ces pays on ne peut concevoir que des systèmes de production où les animaux soient intégrés pour ne pas entrer en compétition avec les humains pour la nourriture, pour utiliser au mieux les ressources disponibles et pour don-

ner simultanément plusieurs produits. Avec un hectare on peut nourrir plus d'hommes à partir de produits végétaux qu'ils consomment directement qu'à partir de produits animaux qu'on peut produire. En production intensive, on peut produire assez de viande par hectare pour l'énergie nécessaire à 2 humains ou pour les protéines nécessaires à 3 humains. En élevage extensif, ces mêmes chiffres tombent à 0,12 et 0,16. En ce qui concerne le lait on peut en produire sur un hectare assez pour l'énergie nécessaire à 6 hommes ou pour les protéines nécessaires à 13 hommes. Mais avec 1 ha de plantes cultivées on aura des chiffres bien plus élevés, par exemple:

	hommes.ha ⁻¹	
	énergie	protéines
manioc	75	6
maïs	25	18
potimane de terre	25	20
soja	6	36

Si un pays doit nourrir le maximum de personnes possible sur un territoire déterminé, les animaux ne pourront y être admis que s'ils n'entrent pas en compétition avec les humains pour leur alimentation. Déjà, dans de nombreux pays d'Afrique, d'Asie ou d'Amérique, une telle compétition existe (voir tableau 69).

Lorsque des populations d'éleveurs sont en contact avec des populations d'agriculteurs, on pourrait en théorie utiliser les animaux pour rendre plus aisé le travail des champs. En Inde, les animaux

	bovins (10 ⁶)	buffles (10 ⁶)	ovins (10 ⁶)	caprins (10 ⁶)	porcs (10 ⁶)	humains (10 ⁶)	terres cultivées (10 ⁶ .ha)	humains par ha cultivé
Bangladesh	32 (2,23)	1,5	1	11 (0,77)		120	9,5	12,6
Égypte	2	2,3	1,3	1,4	15	60	2,9	20,6
El Salvador	1,4 (6,6)	0	0,00	0,014	560 (266)	6	0,7	8,5

Tableau 69 - Compétition entre les bouches à nourrir (évaluation 1995).
- Entre parenthèses, les nombres approximatifs moyens d'animaux par hectare total -

de trait fournissaient vers 1980 plus de force (30 000 mégawatts) que les carburants fossiles et l'hydro-électricité réunis.

Multiplication des ligneux

De même qu'on se pose peut-être trop de questions avant de planter ou de semer "de l'herbe", parce que dans la plupart des cas c'est, au moins dans les pays en voie de développement et actuellement, la quantité qui est importante plus que la qualité, de même on ne voit pas ce qui pourrait être considéré comme un inconvénient à la plantation massive "d'arbres": il en faut toujours davantage. En tout premier lieu, il convient donc de planter massivement des arbres et de plus en plus généralement, des végétaux ligneux, notamment en se disant que leur rôle bénéfique sur la composition de l'atmosphère ne pourra qu'être utile. C'est essentiellement le rôle des forestiers. La réduction du couvert forestier est en effet le premier pas et le plus visible dans le cercle vicieux des déséquilibres biologiques, même si la disparition ou la dégradation d'autres ensembles, comme les terres à pâturage, joue un rôle plus grand encore. Par exemple, quand le combustible ligneux devient rare, comme dans l'est de la Turquie -où le taux de mortalité infantile est l'un des plus élevés du monde, car les jeunes enfants y meurent de froid! -et dans les régions sèches de l'Inde et de l'Iran, on brûle les déjections solides séchées des animaux, ce qui prive le sol d'un apport important de matières organiques, et la production agricole se met alors à baisser parce que la fertilité diminue et parce que le sol devient moins résistant à l'érosion et à la déflation. La réduction de la couverture végétale qui en résulte peut modifier l'albedo, ce qui pourrait bien avoir des conséquences désastreuses sur la pluviosité, souvent à de très grandes distances. Ceci souligne l'importance du reboisement, qui devrait être une tâche prioritaire de l'humanité aujourd'hui. Comme l'a rappelé

Philip NDEGWA (1986), bien des facteurs peuvent causer une réduction de la production agricole:

- un usage mal adapté des engrais chimiques et des produits chimiques, qui peut entraîner à long terme des dommages au sol;
- la surutilisation ou la mal-utilisation agricole des sols, qui peut amener rapidement leur épuisement;
- le surpâturage, qui est lui-même très souvent la conséquence de la mauvaise utilisation agricole, parce qu'on étend trop les cultures vers des zones marginales pour l'agriculture, mais qui peut être aussi la conséquence d'une trop forte charge en animaux, surtout lorsque plusieurs années à forte pluviosité se sont succédées;
- une compétition accrue et de plus en plus désordonnée dans l'utilisation des sols, qui ne permet pas d'éviter de construire sur des sols de très bonne qualité agricole, (comme au Caire ou à l'aéroport de Paris/ Charles de Gaulle);
- l'existence de nombreuses maladies des hommes, des plantes et des animaux, pour lesquelles on ne connaît pas de traitement efficace, ou, plus souvent, on ne dispose pas des ressources financières suffisantes pour les prévenir ou les guérir.

Rôle des mycorhizes

La mycorhization est beaucoup plus répandue qu'on le croyait il y a seulement une vingtaine d'années. La majorité des arbres et des autres ligneux bénéficient d'associations avec des champignons mycorhiziens. La mycorhization augmente la surface d'échanges entre la racine et le sol. La plante mycorhizée a une meilleure nutrition minérale: elle récupère davantage de phosphates assimilables, elle absorbe mieux certains ions métalliques, elle assimile mieux l'azote nitrique, même si c'est une Légumineuse fixatrice d'azote. Par ailleurs, la plante mycorhizée se défend mieux contre les agents pathogènes, soit en augmentant ses mécanismes de résis-

tance naturelle, soit par limitation du nombre de parasites du fait de la compétition entre les champignons, soit par suite de la modification de la rhizosphère. Une plante mycorhizée résiste mieux aux stress hydriques, voire même à la pollution par des métaux lourds, et elle tolère des niveaux plus élevés de salinité (I.N.R.A., 1990).

Un Actinomycète du genre *Frankia* peut inoculer des genres ou des espèces d'autres familles que les Légumineuses et les rendre fixatrices d'azote, par exemple :

- *Alnus* (Bétulacée),
- *Allocasuarina*, *Casuarina*, *Gymnostoma* (Casuarinacées),
- *Coriaria* (Coriariacées),
- *Elaeagnus*, *Hippophae*, *Shepherdia* (Élaéagnacées),
- *Comptonia*, *Myrica* (Myricacées),
- *Ceanothus*, *Colletia*, *Discaria*, *Kentrothamnus*, *Retanilla*, *Talguena*, *Trevoa* (Rhamnacées),
- *Cercocarpus*, *Chamaebatia*, *Cowanina*, *Dryas*, *Purshia* (Rosacées).

Le développement rapide des études et des applications sur les mycorhizes devrait permettre d'ici quelques années d'améliorer sensiblement l'installation des plants ligneux dans des conditions difficiles, ainsi que leur croissance, spécialement pendant les premières années de leur existence. On devrait en particulier pouvoir installer de jeunes plants qui soient plus rapidement en dehors de la dent des chèvres, ce qui permettrait des économies dans l'installation des chantiers de plantation, et l'installation de plantations dans des lieux où elles étaient jusqu'à ce jour impensables. La multiplication dirigée dans certaines régions de champignons comestibles associés à des ligneux est une autre perspective, qui n'est pas seulement intéressante pour les pays développés, où l'on sait depuis peu favoriser considérablement la croissance des truffes, des bolets, des lactaires et des cèpes, en liaison avec des cultures d'arbres ou d'arbrisseaux appropriés comme les noisetiers.

Cultures de tissus

Parmi les ligneux qu'il est possible de multiplier à partir de cultures de tissus, ou qu'il sera possible de multiplier dans un proche avenir, WALGATE (1990) mentionne: amandier, bambous, bananier, agrumes, cerisier et merisier, cocotier, eucalyptus, figuier, hévéa, kiwi, noisetier, noyer, palmier à huile, palmier dattier, pêcher, poirier, pommier, vigne, pour se limiter aux fruitiers. Par ailleurs, le mangoustan, ce fruit tropical délicieux qui est produit en Malaisie, le beurre du cacaoyer, la feuille du théier et le fruit du caféier pourraient bien être produits eux aussi de façon économique et en donnant des produits de qualité constante et élevée à partir de telles cultures dans un avenir assez proche (entre 5 et 20 ans). De telles productions seraient évidemment une grave menace économique pour les pays producteurs de ces denrées (cacao, café, thé, etc.), mais, si l'on est optimiste, on peut aussi espérer qu'elles ouvriraient la voie à d'autres productions par cette même méthode de la culture de tissus comme le maïs, le manioc, le riz, la banane, etc., et permettraient ainsi d'assurer une nourriture convenable à un plus grand nombre.

En attendant que les recherches en cours pour multiplier les plantes utiles par cul-

ture de tissus aboutissent, les agroforestiers s'intéressent beaucoup à la multiplication des espèces par bouturage.

Recherches

Parmi les recherches relatives à l'agroforesterie et aux productions animales qu'il conviendrait de développer, citons:

- ♦ l'étude des successions écologiques du sous-étage d'espèces alibiles ou non appréciées sous l'influence du pâturage;
- ♦ les moyens d'encourager le développement et la persistance des espèces palatables du sous-étage naturel;
- ♦ l'introduction de nouvelles espèces de Graminées et de Légumineuses qui pourraient pousser à l'ombre et supporter un pâturage intensif;
- ♦ des plans de pâturage systématiques qui permettraient un contrôle plus efficace des mauvaises herbes;
- ♦ des systèmes à grande échelle d'élevage des ovins avec un coût initial en intrants moins élevé et un coût plus bas en gestion;
- ♦ une alimentation des animaux s'appuyant davantage sur les sous-produits de l'agriculture, comme le son de riz, les résidus d'huilerie de palme, les tourteaux de palme, etc.
- ♦ un état de la recherche agroforestière et des réalisations dans chaque pays,

comparable au premier qui ait été fait, par LIPMAN (1987) au Rwanda;

- ♦ des moyens d'utiliser mieux les sous-produits de l'élevage du mouton, comme la laine et la peau; on notera à ce sujet que certains sous-produits de l'industrie de la laine, comme les déchets de magasins, peuvent être utilisés en petites quantités dans l'alimentation même du mouton;
- ♦ l'impact du fanage et de l'ensilage sur la situation alimentaire du cheptel;
- ♦ des études nombreuses et approfondies sur l'économie des systèmes agroforestiers pour les diverses productions animales;
- ♦ la mise au point de pierres à sels bon marché;
- ♦ la conversion des excréments des moutons en un compost ou un fumier de meilleure qualité (TAN *et al.*, 1981; WAN MOHAMED *et al.*, 1983);
- ♦ l'intégration de nouvelles espèces, en particulier d'espèces sauvages ou à demi-sauvages, dans les programmes de production.

La présente synthèse est le premier travail de l'ICRAF qui soit essentiellement orienté vers les productions animales.

Annexe 1

Noms botaniques des plantes citées et principaux usages

Pour ne pas alourdir le texte du rapport, on n'y a pas accompagné en général les binômes latins du nom d'auteur. La liste alphabétique ci-dessous y remédie presque intégralement et permet de savoir dans quelle acception les dénominations latines ont été utilisées. On a indiqué quelques synonymies par une flèche (>). Dans quelques cas, on a indiqué les noms français les plus courants. Les indications concernant les usages sont pour la plupart tirées de UPHOF (1968).

Lorsqu'un nom de genre est cité pour la première fois, il est accompagné du nom de la famille, souligné pour un repérage facile.

Aaronsohnia Factorovskyi Warburg et Eig, Composée

Abies pectinata DC. Pinacée

Sapin pectiné, sapin blanc.

Acacia ampliceps B.R. Maslin Mimosacée

Espèce fourragère utile qui semble pâturée par les bovins.

A. aneura = *Racosperma aneurum*

A. Ankokib Chase

A. arabica Willd. = *A. nilotica* (L.) Willd. ex Del.

A. ataxacantha DC.

Peu consommée par les bovins, mais appréciée des chèvres (feuilles, fleurs et jeunes fruits). Les feuilles et les jeunes fruits contiennent de 17 à 19% de protéines brutes.

A. auriculiformis = *Racosperma auriculiforme*

A. brevispica Harms

Rarement consommée par les bovins, mais très appréciée des chèvres (feuilles, fleurs et jeunes fruits contiennent de 17 à 19% de protéines brutes).

A. Bussei (Sjöstedt) Harms

A. Catechu (L. f.) Willd.

A. Caven (Mol.) Mol.

A. ciliata Humb et Bonpl. ex Willd.

A. cyanophylla = *Racospermum salignum*

A. Cyclops A. Cunn. ex G. Don.

A. Davyi (Burtl - Davy) N. E. Brown

A. Edgeworthii T. Anders.

A. elatior Brenan

A. ehrenbergiana Hayne

A. ethaica Schweinf.

Importante plante de brouet. Les feuilles sont très riches en protéines brutes (32,45%) et très peu fibreuses (15,76%) tandis que le fruit est moyennement riche en protéines (15,17%) mais très fibreux (37,42%). La richesse en calcium est satisfaisante (1,71% chez les feuilles, et 1,46% chez les fruits). Celle en phosphore est plus grande chez les feuilles (0,44%) que chez les fruits (0,23). En arabe: "la'ot".

A. excelsa Benth.

A. farnesiana (L.) Willd.

Fleurs utilisées en parfumerie. Fecorce tannante. Colorant noir (encre) des gousses.

A. Gerrardi Benth.

Les feuilles ne sont guère appréciées; elles sont d'ailleurs trop hautes. Comme les protéines brutes y atteignent 17%, on les coupe cependant en cas de nécessité pour les chèvres et les bovins.

A. gourmaensis A. Chev.

Acacia du Gourma, Mimosacée arbustive à petites feuilles formées d'une seule paire de folioles elliptiques pétiolées, d'abord rose puis vert clair. Fleurs très prisées des abeilles, et feuilles des chèvres, des moutons et des chameaux.

A. gummifera Willd.

A. hebecladoides Harms = *A. Gerrardi* Benth.

A. Hockii de Wild.

A. horrida Willd.

Fourrage, bois d'oeuvre, gomme du Cap, produits tanants, bois de chauffe, haies défensives.

A. Jacquemontii Benth.

A. Karroo Hayne = *A. horrida*

A. laeta R. Br. ex Benth.

- Proche du gommier, dont les feuilles et les fruits sont appréciés du bétail au Sahel. Le bois sert à faire des piquets et du bon charbon.
- A. leucocephala = Leucaena leucocephala**
- A. leucophloea (Roxb.) Willd**
Acacia à peau jaune. Les gousses sont bonnes fourragères.
- A. leucospira Brenan**
- A. macrostachya Reichenb. ex Benth.**
D'Afrique sèche. La gomme se mange et les graines cuites sont consommées comme légume dans certaines régions. Bon bois de feu. Sert à faire des haies. Nombreux usages dans les pharmacopées indigènes.
- A. Mearnsii De Willd.**
Médiocre fourrage accepté seulement lorsque mélangé avec d'autres, bien que le contenu des feuilles en protéines brutes soit de l'ordre de 15%.
- A. mellifera (Vahl) Benth.**
Jeunes feuilles très appréciées des chèvres; elle contient jusqu'à 42% de protéines brutes et 16% de fibres brutes, avec 0,58 ppm de P et 0,51 de Ca. Fort mellifère.
- A. nigrescens Oliv.**
D'Afrique du sud-est. Au bois dur et foncé utilisé comme étais de mine. Feuilles consommées par les indigènes comme des épinards.
- A. nilotica (L.) Willd. ex Del.**
Bois dur, durable, à grain fin, rouge brun à rouge sombre, résistant à l'eau et aux termites, utilisé notamment pour des moulins à huile et à canne à sucre, des outils agricoles, des manches, des roues, des traverses de chemin de fer. Utilisé en Egypte depuis des temps immémoriaux (poutres, bateaux, statues, panellages). Les feuilles et les gousses vertes servent de nourriture aux dromadaires, aux chèvres et aux moutons. Donne un colorant jaune. Utilisé comme produit tannant. Mélangées à des dattes, les graines servent à faire une boisson fermentée.
DOUGALL *et al.* (1958) écrivent que l'écorce devient rouge orange quand l'arbre est endommagé et que la variété *fistula* possède un tronc blanc (commune dans le sud-ouest du Kordofan).
- A. nilotica var. Adansonii (Guillem. et Perrot.)**
- O. Ktze.**
Nèb-nèb. Bois dur, durable, rouge brun, utilisé pour les moulins à huile et à sucre, des roues, des traverses, des outils agricoles. Feuilles et gousses vertes comme fourrage pour les camélidés, les moutons et les chèvres. Ecorce et gousses comme tannants. Colorant jaune pour les tissus et les cuirs. Graines utilisées pour préparer une boisson fermentée.
- A. nilotica (L.) Del. subsp. subulata (Vatke) Brenan**
Les Tugen du Kenya regardent les gousses comme très dangereuses pour tous les animaux, chez qui elles provoqueraient la météorisation; cependant les fruits sont charnus et volontiers consommés par les bovins, les ovins et les caprins. Par contre les feuilles, qui contiennent jusqu'à 12% de protéines brutes, sont peu appréciées. Le taux de fibres brutes est de l'ordre de 21,35% dans les feuilles.
- A. nubica Benth.**
- A. pendula A. Cunnis, ex G. Don.**
- A. planifrons Wight. et Arn.**
- A. reficiens Wawra subsp. misera (Vatke) Brenan**
- A. Senegal (L.) Willd.**
Gommier (blanc), vérek. La gomme arabe, surtout produite au Soudan, sert dans la confiserie, la brasserie, la conserverie, les produits pharmaceutiques, l'encre, l'épaississement des couleurs, les teintures, etc. Fleurs mellifères. Bon fourrage (gousses, jeunes rameaux) pour chèvres et dromadaires.
- A. Seyal Del.**
Seyal en français (attention ! "sayal" en arabe, désigne *A. tortilis* ssp. *raddiana*; le nom arabe correct est "thal"). Fournit une gomme de qualité inférieure à celle d'*A. Senegal*. Mellifère.
- A. sieberiana DC.**
Acacia de Sieber. Fournit occasionnellement une gomme pâle, soluble dans l'eau, de couleur jaunâtre à brun.
- A. stipulata DC. = Albizzia stipulata**
- A. tortilis (Forsk.) Hayne subsp. raddiana (Savi) Brenan**
Mimosas épineux. L'espèce arborée qui pénétre le plus au nord dans les confins du sud du Sahara. Très résistante à la sécheresse. Sa présence est liée à celle des chèvres.
- A. tortilis (Forsk.) Hayne subsp. spirocarpa (Hochst. ex A. Rich.) Brenan**
A des gousses que tous les animaux mangent au sol de janvier à février au Kenya. Les gousses mûres contiennent 17,8% de protéines brutes, 1,2% de calcium, et peu de fibres. "Samr" en arabe.
- A. tortilis (Forsk.) Hayne subsp. tortilis Brenan**
Fournit une gomme rouge peu commercialisée. Le nom arabe est "selim".
- A. tumida F. Muell. ex Benth.**
Les gousses immatures sont consommées volontiers par les bovins en Australie et passent pour moyennement appréciables aux ovins et aux bovins.
- A. xanthophloea Benth.**
- Acanthospermum hispidum DC., Composée**
Originnaire du Brésil, cette plante herbacée qui reste verte en saison sèche a envahi presque toute l'Afrique tropicale à partir d'importations accidentelles par Dakar vers 1920 et par Massoua vers 1940. Nuisible aux ovins par ses fruits très épineux qui se fixent dans la gorge ou dans le cuir et causent des abcès.
- Acer circinnatum Pursh, Acéracée**
Erable liane. D'Amérique boréale.
- Acer saccharum H. Marshall**

Achyranthes aspera* L., Amaranthacée**Acokanthera Schimperi* (A. DC.) Oliv., Apocynacée**

Fruits très toxiques.

***Acrocarpus fraxinifolius* Wight. et Arn., Légumineuse**

Bois très dur, brun foncé, veiné, avec lequel on fabrique des boîtes à cigares, des boîtes à thé, des panneaux et des bardeaux.

***Actinidia chinensis* Planch., Actinidiacée**

Kiwi. Au Japon, on consomme les feuilles bouillies et les fruits salés.

***Adansonia digitata* L., Bombacacée**

Baobab. La pulpe du fruit est très riche en vitamine C et très recherchée. Les jeunes feuilles sont consommées dans des potages et des brouets. Nombreux emplois médicaux. La pulpe, bien acide, est utilisée pour faire coaguler le lait... ou le caoutchouc ! Les grains écrasés servent de nourriture en période de famine. Nombreuses boissons rafraîchissantes tirées de la pulpe.

***Adenium Honghel* A. DC., Apocynacée**

Plante décorative aux larges fleurs roses. Très toxique.

Adina cordifolia* (Willd. ex Roxb.) Benth. et Hook. f.,*Rubiaceae**

Grand arbre des régions humides de l'Inde et du Pakistan. Bois jaune devenant brun, pour des aménagements intérieurs, des canots, des meubles, des boîtes, des manches, des tambours, etc. Excellent pour la parquetterie, les panneaux d'isolateurs, les cloisons intérieures d'appartements. Jus utilisé comme insecticide en Inde. Racines utilisées au Cambodge contre la diarrhée et la dysenterie.

***Aegle Marmelos* (L.) Correa, Rutacée**

Arbuste cultivé aux fruits très employés pour des boissons et des sorbets. Les jeunes rameaux et les feuilles sont utilisés comme fourrage. L'écorce donne une gomme qui est utilisée dans des colles. La peau des fruits immatures donne un colorant et on en distille une huile odorante pour les cheveux. Nombreux usages médicaux et autres.

Aellenia subaphylla* (C. A. Mey.) Aellen, Chénopodiacée**Azelia africana* Smith, Césalpiniacée**

Bois utilisé comme celui de l'acajou. Au Soudan, on brûle les gousses et on utilise les cendres dans la fabrication d'un savon.

***Ageratum conyzoides* L., Composée**

Herbe pérenne d'Amérique tropicale dont les feuilles fournissent une huile essentielle qu'on utilise pour faire des pansements et contre les ulcères, comme purgatif et antipyrétique. On utilise les racines contre les coliques.

Agropyron cristatum* J. Gaertn., GraminacéeA. desertorum* Schult. = *A. sibiricum**A. sibiricum* Beauv.

Agropyron des zones arides d'Europe de l'est et d'Asie occidentale.

Agrostis tenuis* Sibth., Graminacée**Ailanthus excelsa* Roxb., Simaroubacée**

Feuillage fourrager, de plus en plus vendu au bord des routes en Inde et en Asie du sud-est.

A. vilmoriana* Dode**Arbre cultivé de la Chine occidentale dont les feuilles servent de nourriture aux chenilles d'un ver à soie, *Attacus cyathia*.Albizzia amara* (Roxb.) Boiv., Mimosacée**

Les fleurs apparaissent en janvier ou février au Kenya. L'arbre est commun au-dessus de 1150 m d'altitude. Les feuilles sont consommées par les bovins, les ovins et les caprins, et les branches émondées par les pasteurs bien que les feuilles ne soient que moyennement recherchées par les animaux; les fleurs sont préférées aux feuilles et les chèvres les ramassent au sol. Feuilles et fleurs ont plus de 25% de protéines brutes dans la matière sèche; il y a moins de phosphore dans les fleurs que dans les feuilles et le taux de calcium est de 1,02% dans les fleurs et 0,47% dans les feuilles.

A. anthelminthica* Brongn.**A. antunesiana* Harms*****A. Chevalieri* Harms*****A. chinensis* Merrill*****A. falcataria* (L.) Fossberg*****A. gummifera* (J. F. Gmel.) C.A. Smith**

Mellifère d'Afrique tropicale dite "mutango". Bois léger, clair, à grain fin, se travaillant très bien en prenant une nuance dorée. Utilisé dans la construction des wagons notamment.

***A. Julibrissin* Durazz.**

Diagnose faite en 1772 et publiée avec un seul Z dans le nom de genre.

***A. Lebeck* Benth.**

Lebeck. Arbre des tropiques de l'Asie et du nord de l'Australie. Cultivé largement, notamment en région méditerranéenne. Exporté sous le nom de noyer des Indes orientales. Bois à divers usages: mobilier, cadres pour tableaux, wagons. Feuilles et semences utilisées dans le traitement de maladies oculaires. Ecorce pour les furoncles. Appelé aussi langue de femme, bois noir, etc.

***A. odoratissima* (L. f.) Benth.**

Albizzia odorant. Arbre des Philippines dont l'écorce sert à faire du "basi", boisson fermentée des Philippines.

***A. provera* Benth.**

D'Asie tropicale et d'Australie.

A. stipulata* Boiv.**Allium mongolicum* Regel, Lilacée*****A. polyrhizum* Turcz. ex Regel*****Allocasuarina decaisneana* (F. Muell.) L. Johnson,****Casuarinacée*****Alnus acuminata* H. B. et K., Bétulacée**

- A. alliodora* Gaertn.
- A. glutinosa* L.
Aulne glutineux.
- A. nepalensis* D. Don.
- A. rubra* Bongard
- Amaranthus spinosus* L., Amaranthacée
Herbe pantropicque. Jeunes feuilles consommées comme légume en Indochine et en Afrique de l'est. Nombreux usages médicinaux, notamment comme sudorifique et fébrifuge, comme lactagogue.
- Ambrosia deltoidea* (Torr.) Payne, Composée
- A. maritima* L.
D'Égypte.
- A. senegalensis* DC. = *A. maritima* L.
- Amelanchier utahensis* Koehne, Rosacée
- Amomum subulatum* Roxb., Scitaminacée
Cardamome du Népal.
- Amorphophallus campanulatus* (Roxb.) Blume ex DCne, Aracée
"Elephant yam" ou "whitespot giant arum".
- Anabasis brevifolia* C. A. Mey., Chénopodiacée
- A. salsa* Paulsen
- Anacardium excelsum* (Bert. et Balbis ex Kunth) Skeels, Anacardiacee
- A. occidentale* L.
Anacardier, "darcassou" au Sénégal.
- Andropogon gayanus* Kunth, Graminacée
Des savanes tropicales plutôt sèches. Formes multiples.
- A. Greenwayi* Napper
- A. Kelleri* Hack. ex Schinz
- Anogeissus dhofarica* A.J. Scott, Combrétacée
- A. leiocarpa* (DC.) Guill. et Perrott.
- A. Schimperi* Hochst. ex Hutch. et Dalz. = *A. leiocarpa*
- Antiaris africana* Engl., Moracée
D'Afrique tropicale. Arbre à pagnes.
- Antigonon leptopus* Hook. et Arn., Polygonacée
Corallite, d'Amérique centrale et méridionale. Tubercules comestibles consommés par les indigènes notamment en Colombie.
- Arbutus Unedo* L., Ericacée
Arbousier ou arbouse. Fruits, écorce et feuilles servent de produit tannant dans les régions méditerranéennes. Fruit comestible ou arbouse servant à diverses préparations: confitures, sirops, conserves, vin, alcool (en Espagne et au Portugal notamment), et même liqueur.
- Artocarpus* = *Artocarpus*
- Argania sideroxylon* Roem. et Schult., Sapotacée
- A. spinosa* = *A. sideroxylon*
- Aristida mutabilis* Trin. et Rupr., Graminacée
"Gau" en arabe, qui désigne toutes les Aristidées, considérées comme de mauvaises fourragères.
- A. pallida* Steud.
Des zones tropicales sèches.
- Arrhenatherum arenaceum* Beauv., Graminacée
Pérenne d'Europe cultivée comme fourragère.
- Artemisia campestris* L., Composée
- A. herba alba* Asso
Consommée par les moutons, les chèvres et les dromadaires. Emménagogue et vermifuge. C'est l'armoise blanche d'Afrique du nord, où elle est encore utilisée comme abortif.
- A. nova* A. Nelson
- A. tridentata* Nutt.
- A. turanica* Krasch.
- A. xerophytica* Kraschen.
- Arthrocnemum indicum* (Willd.) Moq., Chénopodiacée
Buissonnante consommée comme légume en Inde.
- Arthropytum scoparium* (Pomel) Iljin, Chénopodiacée
- Artocarpus altalis* (Park.) Posb., Moracée
Arbre à pain.
- A. brasiliensis* Gomez
Fruits consommés de temps en temps au Brésil, pulpe au goût agréable, graines consommées comme des châtaignes.
- A. Chaplasha* Roxb.
Grand arbre des basses terres de l'Himalaya. Bois dur et joli pour la construction navale, les bâtiments, les mâts, les véhicules, la menuiserie en général, des boîtes et de la sculpture.
- A. communis* Forst (= *A. incisa* L.f.)
Arbre à pain. "moi" en Malaisie, son pays d'origine. Largement cultivé. Fruit comestible, souvent sans graines, très consommé dans de nombreux pays tropicaux, bouilli, cuit ou rôti; aussi coupé en tranches et frit comme des pommes de terre. Rarement consommé cru.
- A. heterophyllus* Lam. = *A. integrifolia* L. f.
- A. integrifolia* L.f.
Jacquier. Originaire d'Inde et de Malaisie. Très cultivé sous les tropiques. Fruits agréables, consommés sous de nombreuses formes, crus, cuits ou frits, surtout par les

pauvres. Graines consommées. Très jeunes fruits utilisés dans des soupes. Jeunes fleurs consommées à Java arrosées de sirops et d'agar-agar.

A. Lakoocha Roxb.

"Lakoocha" ou "badahar" au Népal. Fruits légèrement acidulés et fort plaisants. Bois dur, jaune, durable, utilisé pour des meubles et des constructions navales.

Aster unbellatus Mill., Composée

Astragalus vilosissimus Bunge, Fabacée

Asystasia nemorisa, Acanthacée

Atriplex atacamensis Phil., Chenopodiaceae

A. barclayana D. Dietr.

A. campanulata Benth.

"Small saltbush". Fourragère ligneuse basse d'Australie.

A. canescens (Pursh) Nutt.

Arroche à quatre ailes. Chenopodiaceae arbrissellée de l'ouest de l'Amérique du nord au Mexique dont les semences sont utilisées comme nourriture par les Indiens Gosiute de l'Utah. Riche en sélénium.

A. cinerea Poir.

A. confertifolia S. Wats.

A. Halimus L.

"Mediterranean saltbush". Fourragère ligneuse basse du nord de l'Afrique. Consommée par les Touareg en période de disette.

A. lentiformis Torr.

A. linearis S. Wats.

A. nummularia Lindl.

A. pauciflora L.

A. semibaccata R. Br.

Fourragère ligneuse basse.

A. stylosa Viv.

A. turanica L.

A. undalata D. Dietr.

Averrhoa Caranbola L., Oxalidacée

Carambolier. Petit arbre d'Afrique tropicale cultivé sous les tropiques. Fruits anguleux à section transversale étoilée, jaune à brun pâle, de 7 à 12 cm de long, acidulés. On les mange crus, ou bien en compotes, en gelées, dans des salades, en confiture, en boissons. Nombreuses variétés horticoles.

Avicennia marina (Forsk.) Vierh. var. resinifera (Forsk.) Bakh., Avicenniaceae ou Verbénacée

Palétuvier blanc, manglier blanc (aux Seychelles) (cf. *Laguncularia racemosa*). Petit arbre des régions côtières des tropiques. Bois très dur pour pilotis et comme bois de feu. La sève est utilisée comme abortif. Ecorce riche en tannins. Mellifère.

A. nitida Jacq.

Palétuvier noir des mangroves d'Amérique tropicale, dont l'écorce est riche en tannins.

Axonopus affinis Chase, Graminacée

A. compressus (Swartz) Beauv.

Plante qui couvre le sol rapidement, convient bien aux pays chauds et aux sables pour faire une couverture dense convenant au pâturage ou pour constituer des pare-feu dans des zones boisées.

Azadirachta indica A. Juss., Méliacée

Neem, margose. Ilas des Indes. Arbre extrêmement utilisé par la médecine ayurvédique pour ses nombreuses propriétés médicinales. Insecticide efficace (azadirachtine). Très employé dans les reboisements, surtout pour faire de l'ombre dans les villages. Fleurs mellifères.

Azanza garckeana (F. Hoffm.) Exell et Hillc., Malvacée

Bactris Gassipaes H.B.K., Palmacée

"Palmier pêcheur", "pajuayo" du Pérou, "pupunka" du Brésil et "pejibaye" d'Amérique centrale. Grand palmier d'Amérique centrale et australe, cultivé dès les temps précolombiens. Les fruits en forme de pêche constituent un aliment important pour les indigènes. Consommés bouillis ou rôtis, ils servent aussi à fabriquer une boisson fermentée. Certains sont sans noyau. Les semences donnent une huile dite de Macanilla. "Bois" très dur utilisé en construction et pour faire des arcs.

Baikaea plurijuga Harms, Légumineuse

Balanites aegyptiaca (L.) Del., Balanitacée

Dattier du désert, myrobolan d'Egypte. Feuilles consommées dans le Bormou. Excellent fourrage pour les dromadaires et les chèvres. Les bovins ne consomment que les rameaux et exceptionnellement. Drageonne abondamment. Fruits comestibles mais acides, donnent une huile alimentaire appréciée au Soudan. Dans les jeunes branches, le taux de protéines brutes atteint 27,48% au Kenya, le phosphore 0,38% et le calcium 0,48%.

B. orbicularis Sprague

De l'est de l'Afrique. Source de la gomme "hanjigoad".

Bambusa arundinacea Willd., Graminacée

B. Balcooa Roxb.

B. Tulda Roxb.

B. vulgaris Schrait.

Bassia butyracea Roxb., Sapotacée

B. diacantha F. Muell.

B. latifolia Roxb.

Batis maritima L., Batidacée

Bauhinia purpurea L., Césalpiniacée

Des Indes orientales, de Birmanie et de Chine.

B. rufescens Lam.

Beau bois utilisable en charpenterie. Nombreux usages en pharmacopée indigène. En Afrique de l'Ouest, on tire un produit tannant de l'écorce, qu'on utilise aussi pour fabriquer des cordes.

B. Vahlil Wight et Arn

B. variegata L.

Berchemia discolor (Klatzsch) Hemsel., Rhamnacée

Berlinia paniculata Benth., Césalpiniacée

Bertholettia excelsa H.B.K., Myrtacée

Noyer du Brésil, noyer de Para. Arbre du nord de l'Amérique du Sud dont les graines ou noix du Brésil sont consommées et font l'objet d'un commerce international. Des graines, on tire l'huile de noix du Brésil, utilisée dans l'alimentation et dans la fabrication de savons.

Bixa orellana L., Bixacée

D'Amérique du Sud.

Blepharis linariifolia Pers., Acanthacée

Bombax Ceiba L., Bombacacée

Kapokier, arbre à coton soyeux. Arbre mellifère.

B. costatum Pellegrin et Vuillet

Kapokier à fleurs rouges.

Borassus aethiopum Mart., Palmacée Borassoïde

Rônier. Depuis la plus haute antiquité, on s'est servi de ses feuilles pour écrire. L'inflorescence donne du vin de palme sucré et du vinaigre. Avec les feuilles on fabrique des paniers, des éventails et toute sorte d'objets, comme des chapeaux, des seaux, des couvertures de case, etc.

Borreria capitata (Ruiz et Pav.) DC., Rubiacée

D'Amérique du Sud.

B. radiata DC.

B. stachydea (DC.) Hutch. et Dalz.

Borricha frutescens DC., Composée

Boscia angustifolia A. Rich., Capparacée

Arbustive ou arbrissellée de la bordure méridionale du Sahara, dont les graines sont consommées localement.

B. coriacea Pax ex Engl. et Prantl

B. minimifolia Chiov.

Très appréciée, de Somalie.

B. senegalensis (Pers.) Lam. ex Pois.

Boscia du Sénégal. Nombreuses utilisations culinaires, notamment des feuilles et des baies. Celles-ci sont conservées dans du vinaigre comme des câpres. Des graines, on tire un substitut du café. Au Soudan, les fruits servent de nourriture en cas de disette. Quelquefois vendu sur les marchés.

Brachytaria brachylopha Stapf, Graminacée

B. brizantha (Hochst.) Stapf

B. decumbens Stapf

B. miliiformis J. et C. Presl.

B. mutica (Forsk.) Stapf

Herbe de Para.

B. ruziziensis Germain et C. Evrard

Herbe de la Ruzizi.

Brachypodium pinnatum Beauv., Graminacée

B. ramosum Roem. et Schult.

Brachypode rameux.

Brachystegia Boehmii Taub., Césalpiniacée

B. glaucescens Hutchinson et Burt Davy

B. spiciformis Benth.

Arbre du Congo et du Zaïre au bois très dur, utilisé en construction et au Zanzibar pour des boîtes, des coffres, des magasins à céréales. En Afrique de l'est, on utilise les fibres de l'écorce pour l'emballage. Mellifère.

Brassaiopsis glomerulata Regel = *B. speciosa*, Araliacée

B. Hainla Seem.

B. speciosa Decne

Bridelia ferruginea Benth., Euphorbiacée

Arbustive d'Afrique tropicale dont les feuilles sont consommées par l'insecte *Anaphe infracta* dont les chenilles secrètent une soie utilisée localement, notamment en Ouganda.

B. retusa Spreng

D'Inde, du Népal ("goyo") et du Pakistan. Bois durable, brun olive, qui résiste bien aux séjours dans l'eau. Utilisé en Inde pour la construction, pour faire des outils, des charrettes. Fruits comestibles. Ecorce tannante. Fourrage pour les bovins.

B. tomentosa Blume

Arbustive ou arborescente d'Inde et du sud-est asiatique extrêmement utilisée en pharmacopée à Java, notamment pour traiter les coliques.

Bromus rigidus Roth, Graminacée

Bucida Buceras L. = *Terminalia Buceras*

Burkea africana Hook., Césalpiniacée

Bursera Simaruba Sarg. = *Bigumnifera* Jacq.,

Burséracée

Butyrospermum paradoxum subsp. *Parkii* (G. Don.)

Hepper = *B. Parkii*, Sapotacée

B. Parkii (G. Don.) Kotschy

Karité, arbre à beurre. Arbre sahélo-soudanien et soudanien, dont les graines servent à fabriquer un beurre très utilisé. Utilisé en Europe comme graisse de cuisine, et dans la fabrication de margarine, de stéarine, de graisses hydrogénées, comme les substituts de graisse de cacaoyer.

Buxus Hildebrandtii* Baill., Euphorbiacée**B. sempervirens* L.**

Buis. Calcicole thermique.

***Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth., Malpighiacée**

Arbuste d'Amérique tropicale dont les baies sont comestibles. Vendues sur les marchés de Mexico, elles sont jaunes et de la grosseur d'une cerise, légèrement acides. Le charbon tiré du bois est de bonne qualité.

***Cadaba farinosa* Forssk., Capparacée**

D'Afrique tropicale sèche et d'Arabie dont les feuilles et les rameaux pilés mélangés avec des céréales forment un gâteau appelé "farsa" ou "balambo". Excellente fourragère riche en protéines: les bovins, les caprins et les camélins en consomment toute l'année en petites quantités et tous les animaux en saison sèche. Dans les jeunes branches, il y a 18% de protéines brutes et 27% de fibres brutes, 0,39% de calcium et 0,17% de phosphore. Très recherchée par tous les animaux sauf chevaux et ânes.

C. glandulosa* Forssk.**C. heterotricha* Stocks*****C. mirabilis* Gilg.*****Cajanus Cajan* (L.) Millsp., Fabacée**

Arbrisseau originaire d'Inde orientale cultivé sous tous les tropiques. Graines, dites pois d'Angole ou pois cajan, servent à la nourriture de l'homme et des animaux. Aussi utilisé comme foin, comme culture de couverture et comme fourrage vert. Très nombreuses variétés surtout indiennes. A Madagascar, on utilise les feuilles pour nourrir les vers à soie. Appelé pois cajan ou ambrevade (Comores).

Calandrinia balonensis* Lindl., Portulacacée**Calliandra calothyrsus* Meissn., Mimosacée**

Excellente fourragère.

Callicarpa arborea* Roxb., Verbenacée**Callitris quadrivalvis* = *Tetraclinis articulata******Calluna vulgaris* Salisb., Ericacée*****Calopogonium coeruleum* Hemsl., Légumineuse**

Forte liane dite "jicuma", utilisée au Salvador pour faire la lessive. Plante de couverture.

***C. mucunoides* Desv.**

Herbe pérenne de Guyane cultivée quelquefois sous les tropiques comme engrais vert.

***Calotropis procera* (Ait.) Ait. f., Asclépiadacée**

Pommier de Sodome.

Calpurnia aurea* Baker, Fabacée**Calycotome spinosa* Link**

Calycotome épineux.

Capparis cartilaginea* Decne = *C. galeata* Fresen.,*Capparacée*****C. decidua* (Forssk.) Edgew.**

Plante dont les fruits seraient comestibles (von MAYDELL, 1983 a). Dromadaires, chèvres et même moutons sont friands des rameaux et des petites feuilles qui ne se trouvent qu'en fin de saison sèche.

C. galeata* Fresen.**C. glandulosa* Forssk.**

Capparacée très appréciée, avec 16-17% de protéines brutes.

C. leucophylla* DC. = *C. spinosa***C. rotundifolia* Rottl.*****C. spinosa* L.*****C. zeylanica* Wight et Arn.*****Carex halleriana* Asso ex Honck., Cypéracée*****C. stenophylla* Wahlenb.*****Carica Papaya* L.**

Papayer. Originaire d'Amérique centrale. Arbuste peu branchu cultivé pour ses fruits de dessert succulents, aussi consommés verts en salades et comme légume. Le latex contient la papaïne; cultures industrielles. Certaines variétés sont hermaphrodites. Mellifère.

Carissa arduina* Lam., Apocynacée**C. hispinosa* Desf. = *C. arduina******Caryocar nuciferum* L., Caryocacée, anc.****Ternstroemiacée**

Du Brésil et des Guyanes. Grand arbre qui donne les noix "suari", ou noix de beurre, comestibles. Bois de bonne qualité, durable, utilisé dans les constructions navales. On tire du fruit une huile exportée.

C. fistula* L. Césalpiniacée**Cassia florida* Vahl = *C. Siamea******C. italica* (Mill.) Lam.*****C. moschata* H.B. et K.**

Pérenne d'Amérique du Sud dont les feuilles sont utilisées comme purgatif dans certaines parties de la Colombie.

C. obtusifolia* L. = *C. Tora***C. occidentalis* L.**

Césalpiniacée arbrissellée des tropiques. Semences employées comme substitut du café et appelées "café de nègre" ou "mogdad" en arabe soudanais. Très employée en pharmacopée, surtout localement, comme tonique, stomachique, diurétique et fébrifuge.

C. Siamea* Lam. = *Senna Siamea* (Lam.) Irwin et Barneby**C. sieberiana* DC.**

Du sud du Sahara, donnant un mauvais bois de feu, qui fume beaucoup. Bois rouge pâle, dur, résistant aux termites, et fonçant à la lumière, utilisé pour des manches

d'outils et la petite construction. Nombreuses utilisations médicinales. Recommandable pour les brise-vent et les plantations d'ornement.

***C. spectabilis* DC.**

Fourrage naturel en Afrique de l'est.

***C. Sturtii* R. Br.**

Fourrage tolérant à la sécheresse. Originaire d'Australie. Très utilisé en Israël. Introduite avec succès à Chypre et en Tunisie.

***C. Tora* L.**

Plante d'origine américaine dont les graines sont utilisées comme succédané de café et comme mordant pour fixer la couleur bleue sur les tissus.

***Castanea sativa* Mill., Fagacée**

***Castanopsis indica* A. DC., Fagacée**

***C. tribuloides* A. DC.**

***Casuarina cristata* Miq. = *C. stricta*, Casuarinacée**

***Casuarina cunninghamiana* Miq.**

***C. equisetifolia* Forssk.,**

Filao, casuarina. C'est le nom de *C. equisetifolia*.

***C. glauca* Sieber**

***C. lepidophloia* F. Muell.**

C. rigida* Miq. = *C. suberosa

***C. stricta* Dryand. in Ait.**

***C. suberosa* Otto et Dietr.**

***Ceanothus americanus* L., Rhamnacée**

***Cedrela mexicana* M. Roemer (= *C. Glaziovii* C. DC.),**

Méliacée

Arbre au bois odorant utilisé pour la confection de boîtes à cigares. Cèdre du Mexique. Nombreuses propriétés médicinales.

***C. odorata* L.**

Grand arbre d'Amérique tropicale, dit cèdre des Antilles, au bois joli et parfumé utilisé pour les boîtes à cigares, pour des meubles et des armoires repoussant les insectes.

C. serrata* Royle = *C. Toona

***C. serrulata* Miq. = *C. sinensis* Juss.**

***C. sinensis* Juss.**

De Chine. Bel arbre introduit en de nombreux endroits. Bois lourd, durable, ne résistant pas aux termites, tendre, brun, facile à travailler. Arbre d'accompagnement dans les plantations de caféiers et quelquefois de théiers. Bois utilisé pour des planches, des panneaux, des meubles, des boîtes à thé.

***C. Toona* Roxb. ex Rottl.**

***Ceiba pentandra* (L.) Gaertner, Bombacacée**

Kapokier, arbre à soie. Grand arbre des zones tropicales, dont la fibre soyeuse du fruit ou kapok, est utilisée pour rembourrer des matelas, des oreillers, des coussins, des ceintures de sauvetage, etc. Matériel isolant utilisé en aviation, et dans les véhicules réfrigérés. Huile éclairante tirée des graines; on en fait aussi du savon. Mellifère.

***Celtis australis* L., Urticacée**

C. integrifolia* Lam. = *C. mississippiensis

***C. mississippiensis* Bosc**

***C. Zenkeri* Engl.**

***Cenchrus biflorus* Roxb., Graminacée**

"Cram cram" au Niger, "haskanit" en arabe.

***C. ciliaris* L.**

***Centrosema pubescens* Benth., Fabacée**

Herbacée d'Amérique tropicale cultivée comme engrais vert.

***Ceratonia Siliqua* L., Césalpiniacée**

Caroubier. Arbre méditerranéen au fruit comestible, riche en sucres et en protéines, qui a servi de base à la mise au point d'un produit alimentaire pour nourrissons par l'Algérie. Bois facile à travailler, utilisé pour des charrettes, du mobilier. Gomme utilisée dans l'industrie du caoutchouc notamment.

***Cercocarpus montanus* Rafin., Rosacée**

Acajou vrai des montagnes.

***Chamaebatia foliolosa* Benth., Rosacée**

Chamaecytisus proliferus* (L.f.) Link var. *palmensis

(Christ.) Hans. et Sonders., Fabacée

Variété de tagasaste d'Australie. Plante fourragère.

***C. proliferus* (L.f.) Link**

Tagasaste d'Australie. Plante fourragère.

***Chenopodium album* L., Chénopodiacée**

***Chlorophora excelsa* (Welw.) Benth. et Hook. f.,**

Moracée

Iroko. Très beau bois jaune devenant doré, résistant aux termites, utilisé en menuiserie et en ébénisterie. Usages médicaux.

***Chrysobalanus Icaco* L., Rosacée.**

C. orbicularis* = *C. Icaco

***Cistus albidus* L., Cistacée**

***C. monspelliensis* L.**

***Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle, Rutacée**

C'est le "limetier", au fruit très utilisé et à la fleur mellifère.

***C. Aurantium* L.**

Oranger amer, mellifère.

***C. Bergamia* Risso et Poiteau**

Bergamottier, mellifère.

***C. deliciosa* Ten.**

- Mellifère.
- C. grandis* (L.) Osbeck
Pomelo, mellifère.
- C. Limon* (L.) Burm. f.
Citronnier, mellifère.
- C. medica* L.
Cédratier, mellifère.
- C. paradisi* Macfad.
Pampleoussier, mellifère.
- C. reticulata* Blanco
Mandariner.
- C. sinensis* (L.) Osb.
Oranger doux, mellifère.
- Clethra hondurensis* Button, Ericacée
- Clitoria guianensis* Benth., Fabacée
- C. ternatea* L.
Pois papillon, quelquefois cultivé sous les tropiques. Semences utilisées comme purgatif au Soudan. A Amboine (Indonésie), on utilise les fleurs pour donner au riz une coloration bleutée.
- Clerodendron phlomoides* L., Verbenacée
- Coccoloba belizensis* Standley, Polygonacée
- Cocos nucifera* L., Palmacée
Cocotier. Cultivé pour l'huile de son fruit et pour le coprah. Excellent tourteau pour l'alimentation du bétail. Bourgeons consommés en salades. Feuilles se tressent. Un excellent charbon de bois pour masques à gaz était tiré de l'écorce du fruit. "Bois" très utilisé. Mellifère.
- Coffea arabica* L., Rubiacée
Caféier d'Arabie. Arbrisseau très cultivé, fournissant le café, boisson stimulante, et dont on extrait la caféine. Utilisé pour son parfum en confiserie et pâtisserie, et dans des liqueurs. Mellifère.
- Colletia crenata* Clos, Rhamnacée
- C. cruciata* Gill. et Hook.
Arbre d'Argentine et du Chili au bois utilisé dans la construction et pour des charrettes, des voitures de chemin de fer, des manches d'outils.
- Colocasia esculenta* (L.) Schott var. *antiquorum*, Aracée
Taro des Antilles.
- C. esculenta* (L.) Schott var. *esculenta* Schott
Taro asiatique.
- Colophospermum Mopane* (J. Kirk ex Benth.) J. Léonard, Légumineuse
- Combretum aculeatum* Vent., Combrétacée
Petit arbuste sarmenteux à graines comestibles. Brouté volontiers par tous les animaux domestiques et sauvages, qui mangent aussi les feuilles sèches tombées. Nombreux usages médicaux et magiques.
- C. cordofanum* Engler et Diels
Particulièrement abondante dans les savanes arbustées du Kordofan (Soudan). Bois utilisé pour faire des perches (tordues) et du charbon. Non fourragère.
- C. ghazalense* Engler et Diels
- C. glutinosum* Guill. et Perr.
Combrétacée d'Afrique tropicale dont les racines et l'écorce donnent une teinture jaune, et dont les cendres alcalines servent à fixer l'indigo. Une décoction des feuilles est utilisée pour laver les plaies.
- C. micranthum* G. Don.
Kinkéliba. Sert à la fabrication d'une sorte de thé de couleur rouge.
- C. molle* R. Br.
- C. nigricans* Lepr. ex Guill. et Perrott.
Très commune dans toute la zone sahélienne, de l'Atlantique au Bahr el Ghazal soudanais. Les feuilles donnent un excellent thé. Fournit un peu d'une gomme comestible, utilisée en tannerie, pour faire de l'encre et de la colle. Nombreuses utilisations en pharmacopée et en magie noire. Bois dur, jaune, servant notamment à fabriquer des pilons. Les rameaux feuillés incommode le bétail.
- C. Zeyheri* Sond.
- Commiphora africana* Endl., Commiphoracée
D'Afrique de l'est et d'Arabie. Donne une résine ressemblant à la myrrhe.
- C. Berryii* (Arn.) Engl.
De l'est de l'Inde. Donne une gomme appelée "mulu kilavary".
- C. caudata* (Wight et Arn.) Engl.
- C. Kerstingii* Engl.
- C. Myrrha* (Nees) Engl.
- C. riparia* Engl.
- Comptonia asplenifolia* Ait. Myricacée
Arbuste aromatique.
- Connarus suberosus* Planch., Connaracée
- Conocarpus erectus* L., Combrétacée
- C. lancifolius* Engl.
"Damas" de Somalie, dont le feuillage est donné aux animaux
- Copaifera bracteata* Benth., Fabacée
Dite Bois Violet ou Ebène Bleu, qui se travaille aisément et est employé en ébénisterie.
- C. officinalis* L.
Copaifera du nord de l'Amérique du Sud, fournissant la résine Maracaibo.

***Copernicia cerifera* Mart., Palmacée**

(Palmier) carnauba du Brésil et de l'Amérique du Sud. Feuilles sources de la cire carnauba, dont on a fabriqué des disques de phonographe.

C. prunifera (Mill.) H. E. Moore

***Cordeauxia edulis* Hemsl., Césalpiniacée**

Le fruit est le "neb-neb".

***Cordia abyssinica* R. Br., Boraginacée**

Fruits comestibles.

C. alliodora (Ruiz et Pav.) Cham.

"Laurel". Utilisé comme amélioratrice du sol en Amérique centrale, notamment dans les pâturages. On l'y appelle "cypre". Bois utilisé pour des poutres décoratives, de jolis meubles, des planchers, des panneaux. La décoction des feuilles est réputée stomachique et tonique. Fruits consommés par bon nombre de tribus indiennes au Mexique. Les graines pulvérisées servent à fabriquer une sorte de pomade qu'on utilise aux Antilles contre les infections cutanées.

C. dichotoma Forst. f.

C. ovalis R. Br. ex DC.

C. platythyrso Baker

C. sinensis Lam.

Cordyla pinnata* (A. Rich.) Milne-Redhead, Fabacée**Coriaria myrtifolia* L., Coriariacée**

Arbuste méditerranéen dont l'écorce et les feuilles sont tanantes.

C. nepalensis Wall.

Coronilla minima* L., Fabacée**Corozo oleifera* Bailey, Palmacée**

Palmier noli ou corozo.

***Cowania mexicana* G. Don., Rosacée**

Arbrisseau du Mexique et de Californie méridionale.

C. plicata D. Don.

Crataegus monogyna* Jacq., Rosacée**Crossopteryx febrifuga* (Axcell ex G. Don.) Benth., Rubiaceae*****Crotalaria Burhia* Buch.-Ham., Fabacée**

C. ochroleuca G. Don.

***Croton dichogamus* Pax., Euphorbiacée**

Très commune sur les sols rocheux d'Afrique de l'est, au feuilles adorantes lorsque froissées. Les animaux consomment quelquefois les feuilles tombées à terre. Leur taux de protéines brutes est de 25%, celui de calcium de 1,86% et celui de phosphore de 0,49%

C. gossypifolius Vahl

C. macrostachyus Hochst.

C. megalocarpus Hutchinsonson

C. persicum

Cunninghamia lanceolata* (A.B. Lambert) W.J.*Hooker, Taxodiaceae**

Le "sapin" de Chine.

***Cussonia Barterii* Seem., Araliacée**

C. Holstii Harms

C. Kirkii Seem.

Dite "mutewetwe" au Malawi et dans les anciennes Rhodésies. Bois utilisé pour faire des xylophones au Malawi.

C. spicata Thunb.

***Cynbopogon caesius* Stapf, Graminacée**

C. citratus (DC.)

Pérenne d'Asie tropicale, cultivée pour l'huile de citronnelle, utilisée en parfumerie. Source aussi d'un colorant synthétique violet, l'ionone.

C. Nardus (L.) Rendle

Pérenne d'Asie tropicale dont on extrait par distillation à la vapeur la citronnelle, comme d'autres plantes du même genre. Cultivée à Java et au Sri Lanka et utilisée en parfumerie. Feuilles employées dans la cuisine et pour faire une infusion.

***Cynodon Dactylon* (L.) Pers., Graminacée**

Herbe des Bermudes. Herbe pérenne très cultivée, difficile à contrôler.

C. nlenfuensis Vanderyst

C. plectostachyus (K. Schum.) Pilger

Herbe de Naivasha.

Cynometra megalophylla* Harms, Césalpiniacée**Cynamarium tinctoria* L., Balanophoracée**

Plante rouge brun à noirâtre, parasitant beaucoup d'halophytes. Racines utilisées comme condiment par les Tuareg.

***Cyperus rotundus* L., Cypéracée**

Herbe coco. Propriétés aromatiques.

Cyrtocarpa edulis* Standley, Anarcadiacée**Cytisus purga* L., Fabacée*****Dactylis glomerata* L., Graminacée**

Dactyle pelotonné.

Dactyloctenium aegyptium* (L.) Beauv., Graminacée**Dalbergia melanoxylon* Guill. et Perrott., Fabacée**

Arbuste de toute l'Afrique sèche. Donne un bois très lourd, excellent pour la sculpture et le tournage. Mauvais bois de feu, donnant de la fumée, de la suie et des goudrons. Sent la rose. Donne des très bons placages quand il est assez gros, ce qui est rare au Sahel. Commercialisé sous le nom de granadil, il atteint

- de hauts prix et est utilisé dans les instruments de musique, la marquetterie, la sculpture.
- D. Sissoo* Roxb. ex DC.**
Sissoo de l'Inde. Bois dur de belle qualité, brun, qui prend un beau poli. Parquets, mobilier de luxe, sculpture. Fleurs mellifères.
- Daniellia Oliveri* Hutch. et Dalz., Graminacée**
- Daphne Gnidium* L., Thyméléacée**
- Datura arborea* L., Solanacée**
- Delonix elata* (L.) Gamble, Césalpiniacée**
- Dendrocalamus strictus* Nees, Graminacée**
- Derris indica* (Lamk.) S.S.R. Bennet, Fabacée**
- D. robusta* Benth.**
Insecticide efficace extrait des racines (roténone).
- Deschampsia flexuosa* (L.) Trin., Graminacée**
- Desmanthus virgatus* Willd., Fabacée**
"Aashrath", fourragère de l'Inde.
- Desmodium ovalifolium* Guillem. et Perrott., Fabacée**
- Detarium microcarpum* Guillem. et Perrot. = *D. senegalensis* J.F. Gmel., Césalpiniacée**
- D. senegalensis* J.F. Gmel., Césalpiniacée**
- Dialium englerianum* Henriques**
Mellifère.
- Dichrostachys cinerea* (L.) Wight. et Arn., Mimosacée**
Buisson des zones sèches d'Afrique dont les fruits et les graines sont comestibles et donnent un fourrage recherché. Les feuilles et les jeunes rameaux sont aussi broutés.
- D. glomerata* Chiov. = *D. cinerea***
- D. nutans* Benth.**
- Digitaria eriantha* Steud., Graminacée**
- Diheteropogon amplexans* (Nees) W.D. Clayton, Graminacée**
- Dimocarpus Longan* Lour., Sapindacée**
Longan. Arbuste fruitier mellifère.
- Diospyros Batocana* Hiern., Ebenacée**
Mellifère.
- D. ferrea* (Willd.) Bakh.**
- D. lycioides* Desf.**
- D. mespiliiformis* Hochst. ex A. DC.**
Arbre des savanes et pseudo-steppes d'Afrique, au fruit comestible, frais ou séché. On en fait des boissons partiellement fermentées. Bois d'ébène, noir, très durable, donnant un charbon d'excellente qualité. Pharmacopée locale.
- D. scabra* (Chiov.) Cufodontis**
- D. virginiana* L.**
Plaqueminier. Arbre des E.U.A., de l'est au Texas. Bois dur, presque noir, utilisé en tournerie. Fruits comestibles mais de qualité très variable. Mellifère.
- Diphysa robinoides* Benth., Fabacée**
Originaire d'Amérique centrale, cet arbrisseau possède un bois qui donne un riche colorant jaune.
- Diplorhynchus condylocarpon* (Muell. Arg.) Pichon, Apocynacée**
- Discaria americana* Gill. et Hook., Rhamnacée**
- Disporum cantoniense* Merrill, Liliacée**
- Dobera glabra* (Forssk.) R. Br., Salvadoracée**
"Meika" en arabe.
- D. Roxburghii* Planch.**
Arbre dont les fleurs fournissent une huile essentielle: les Soudanais s'en parfument.
- Dolichos uniflorus* Lam., Fabacée**
Dolique asperge.
- Dombeya rotundifolia* Planch., Sterculiacée**
- Dorycnium suffruticosum* Vill., Fabacée**
Doryc du Dauphiné.
- Dracaena deisteliana* Engl., Liliacée**
Utilisée comme source de fourrage au Cameroun, notamment dans les Monts Mandara.
- D. schizantha* Baker**
- Dryas octopetala* L., Rosacée**
Sous-arbrisseau des régions alpines et arctiques dont les feuilles sont utilisées pour concocter les "thé de l'empereur" ou "thé suisse".
- Drypetes parvifolia* Pax et K. Hoffm., Euphorbiacée**
- Durio Zibethinus* Murr., Bombacée**
Durian. Grand arbre des Philippines et des grandes îles du sud-est asiatique. Fruit très estimé des indigènes; goût mêlé d'oignons, de vieux fromage et de térébenthine. Consommé en sauce avec le riz. Pulpe fermentée. Fruits verts consommés comme légumes. Graines grillées. Tranches confites ou cuites dans l'huile de cocotier avec des épices pour faire du rijstafel à Java. Mellifère.
- Echinochloa stagnina* (Retz.) Beauv., Graminacée**
- Ehretia acuminata* R. Br., Boraginacée**
Puna. Arbre du Japon, de Chine, de Corée et d'Australie. Bois léger, résistant, utilisé pour des poteaux en Chine. Mellifère.
- E. laevis* Roxb.**
D'Asie et d'Australie tropicales.
- E. rigida* Druce**
- Elaeagnus angustifolia* L., Elaeagnacée**
- E. latifolia* L.**

Arbuste ou arbrisseau d'Asie tropicale dont les indigènes du Népal et de l'Hindoustan consomment les fruits.

***Elaeis guineensis* Jacq., Palmacée**

Palmier à huile. Arbre d'Afrique de l'ouest, cultivé dans le sud-est asiatique et en Amérique du Sud. Huile non siccative tirée des fruits, très utilisée pour la margarine, la savonnerie, comme substitut du beurre de cacao, comme lubrifiant et dans l'étagage du fer. Fleurs mellifères.

E. melanocarpa = *Corozo oleifera* Bailey

E. melanococca Gaertn.

***Eleusine corucana* (L.) Gaertn., Graminacée**

***Entada abyssinica* Steud. ex A. Rich., Mimosacée**

E. africana Guill. et Perrott.

E. sudanica Schweinf.

***Enterolobium contortisiliquum* Morong, Mimosacée**

E. cyclocarpum (Jacq.) Griseb.

Arborescente d'Amérique centrale, du Mexique, des Antilles et du nord de l'Amérique du Sud. Bois très durable dans l'eau, employé pour des canoes, des réservoirs et de l'ébénisterie. Gousses quelquefois consommées cuites. Écorce et fruits utilisés comme substitut du savon pour laver des lainages. Source de la gomme de Caro.

***Eragrostis Barteri* C.E. Hubbard, Graminacée**

E. Tremula Hochst. ex Steud.

***Eremopyrum distans* (K.Koch) Nevski, Graminacée**

E. huonapartii (Spreng.) Nevski

***Erica arborea* L., Ericacée**

E. scoparia L.

***Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl., Rosacée**

Loquat. Arbre cultivé en Chine, au Japon, en Californie, et depuis quelques années dans l'Europe méditerranéenne. Fruit consommé cru ou en compotes, confitures, conserves. Mellifère.

***Erythrina abyssinica* Lam., Rosacée**

E. berteriana Urb.

E. Brucei Schweinf.

E. Burana Chiov.

E. glauca Willd.

De Guyane et du Venezuela, utilisée comme arbre d'accompagnement dans les plantations de café d'Amérique tropicale.

E. micropteryx Poepp.

"Immortelle" du Pérou utilisée comme arbre d'accompagnement dans les cafécultures pour son pouvoir fertilisant dû à la fixation de l'azote atmosphérique.

E. poeppigiana Skeels

"Poro gigante".

E. senegalensis DC.

"N'dé". Serait fixateur d'azote. Utilisé en pharmacopée et pour faire avec l'écorce des colliers et des bracelets odorants.

E. variegata L.

***Erythroxylon suberosum* St Hill., Erythroxylicée**

***Eucalyptus albens* Benth., Myrtacée**

Mellifère bien que le pollen soit suspecté de causer des pertes chez les abeilles.

E. behriana F. Muell.

Dite "bull mallee".

E. Blakelyi Maid.

Mieux adaptée que *E. tereticornis* à des reboisements continentaux. Mellifère.

E. bosistoana F. von Muell.

Donne un bois de sciage de qualité supérieure, ainsi qu'une grande quantité de pollen et de nectar.

E. bridgesiana R.T. Bak. (= *E. stuartiana* F. von Muell. ex Miq.)

Utilisée en Israël pour son feuillage décoratif. Peut faire des brise-vent dans des zones assez froides. Donne un miel utilisé surtout pour nourrir les abeilles en hiver.

E. Brockwayi C.A. Gardn.

Susceptible d'être utilisée en reboisements dans des climats méditerranéens semi-arides.

E. calophylla R. Br.

Mellifère qui alimente une industrie de copeaux pour l'exportation en Australie.

E. camaldulensis Dehnhardt

Dite "canal". Une gomme rouge est exsudée par le tronc, riche en acide kinotannique et autres produits, utilisée en pharmacie. Bois dur, difficile à travailler, pour poteaux, navires, traverses de chemin de fer, pâte à papier. Fleurs très mellifères; beaucoup d'individus ont la faculté d'avoir des branches qui fleurissent alternativement, ce qui fournit de la nourriture presque toute l'année aux abeilles.

E. cladocalyx F. Muell.

Mellifère.

E. Clelandii Maid.

Mellifère utilisée à Nashon (Israël).

E. cloeziana F. von Muell.

Donne un bon bois de sciage et d'excellents poteaux; mellifère.

E. cornuta Labill.

Donne un excellent miel, et fut considéré comme un excellent bois de charbonnerie.

E. crebra F. von Muell.

Donne un bon bois de feu et de carbonisation et d'assez bons poteaux; mellifère.

***E. cypellocarpa* L. Johns.**

Plantée hors d'Australie sous le nom d'*E. goniocalyx*, atteignant 45 m mais avec un bois présentant ordinairement beaucoup de défauts. Mellifère.

***E. diversicolor* F. von Muell.**

Mellifère qui donne un assez bon bois de pâte et beaucoup de bois de sciage pour l'emploi en Australie ou pour l'exportation.

***E. dives* Schau.**

Mellifère atteignant 25 m de haut dont les feuilles sont quelquefois distillées pour l'extraction d'huiles essentielles.

***E. Dundasii* Maid.**

Résistant bien à la sécheresse.

***E. Flocktoniae* (Maid.) Maid.**

Ornementale d'une dizaine de mètres, considérée comme mellifère.

***E. globulus* Labill.**

***E. gomphocephala* DC.**

Atteint 35 m. Son bois n'a pas d'action corrosive sur le métal et n'est pas sujet au retrait. Considérée comme mellifère.

E. goniocalyx* = *E. cypellocarpa

***E. gunmifera* (Sol. ex Gaertn.) Hochr. (= *E. corymbosa* Sm.)**

Atteint 35 m de hauteur et donne un bel arbre d'ombrage, mellifère, mais dont le bois est difficile à utiliser en raison de nombreux canaux résinifères.

***E. x huberiana* Naudin**

Hybride avec *E. viminalis* probablement considérée comme mellifère.

***E. Le Souefii* Maiden**

E. leucoxylo* F.V. Muell. var. *leucoxylo

D'environ 30 m. au tronc de bonne forme mais dont le bois est supplanté par d'autres espèces. Considérée comme donnant un miel de texture parfaite et utilisé comme tel à Nashon en Israël.

***E. macrorhyncha* F. von Muell. ex Benth.**

Fût assez court, mellifère, dont les feuilles contiennent jusqu'à 11 % de rutine.

***E. maculata* Hook. f.**

Mellifère atteignant 45 m de haut, largement utilisée comme bois de construction et pour les manches d'outils, notamment en Afrique du Sud.

***E. melliodora* A. Cunn. ex Schauer**

Mellifère, donnant un excellent bois de feu et très utilisée en Australie dans des plantations agricoles.

***E. microcorys* F.V. Muell.**

Atteint 55 m de hauteur et fournit aux abeilles de grandes quantités de pollen et de nectar; le miel, d'abord jaune, devient ambré avec l'âge. Excellent bois dur, pour parquets notamment, et arbre d'ombrage réputé.

***E. miniata* Cunn. ex Schauer**

"Woollybut". Arbre très décoratif pour les côtes tropicales.

***E. moluccana* Roxb.**

Donne un miel d'excellente qualité.

***E. obliqua* L'Héritier**

Mellifère au bois très utilisé en Australie. Son aire très étendue fait recommander des essais serrés de provenance.

***E. occidentalis* Endl.**

La fleur contient beaucoup de nectar mellifère.

***E. odorata* Behr. et Schlecht.**

Donne un miel pâle qui ne cristallise pas.

***E. oleosa* F. Muell.**

***E. orgatophylla* Maiden et Blakeley**

Quelquefois consommée par le bétail.

***E. ovata* Labill.**

Donne du bois de service, facile à écorcer pendant les périodes sèches, mellifère.

***E. paniculata* Sm.**

A anthères terminales, ce qui la distingue de *E. drepanophylla* F. von Muell. ex Benth., qui a des anthères poranthéroïdes. Bois de service et miel.

E. pauciflora* Sieb. ex Spreng. ssp. *pauciflora

Ornementale et mellifère.

***E. polyanthemos* Schau.**

Ornementale et mellifère.

***E. populnea* F. Muell.**

***E. robusta* Sm.**

***E. saligna* Sm.**

Donne beaucoup de bois pour usages courants en Australie. Excellente espèce pour taillis à courtes révolutions. Donne beaucoup de pollen et un bon miel ambré.

***E. sideroxylo* A. Cunn. ex Woolls**

Atteint 30 m. Donne une grande quantité de pollen et de nectar, qui permet une grande quantité de miel, de qualité fine. Employé pour les traverses de chemin de fer.

***E. Stricklandi* Maiden**

***E. tereticornis* Sm.**

De très grande taille, à vaste région d'origine, largement utilisée en Australie comme bois de construction et bois de mine, et pour faire des poteaux. Mellifère.

***E. torquata* Luehm.**

***E. transcontinentalis* Maid. (= *E. oleosa* F. von Muell. ex Miq. var. *glauca* Maid.)**

- Intéressante comme ornementale et mellifère dans les zones sèches.
- E. viminalis* Labill.**
Utilisée comme papetière en Australie ainsi que pour des planches assez larges; donne un miel très doux et cristallisant facilement.
- E. Woodwardii* Maid.**
Utilisée en Israël comme mellifère.
- E. woolliana* R.T. Baker**
Donne un miel de toute première qualité en Australie.
- Euclea natalensis* A. DC., Eblénacée**
Arbre dont le bois sert à fabriquer de jolis meubles.
- E. undulata* Thunb.**
- Eugenia jambolan* Lam., Myrtacée**
- E. Jambos* L.**
Jambos ou pommier rose. Arbre des tropiques du Vieux Monde, introduit aux Amériques. Cultivé pour ses fruits, rouges, doux, juteux, qu'on emploie pour faire des gelées et des sauces. Les fleurs et les fruits sont consommés confits. A La Réunion, on utilise encore l'écorce pour tanner.
- E. malaccensis* L.**
Pomerac, pommier de montagne ou pommier de Malacca. Arbre de petite taille de l'archipel malais surtout, cultivé pour son fruit rouge, sans grand goût.
- Eupatorium odoratum* L., Composée**
- Euphorbia balsamifera* Ait., Euphorbiacée**
- E. coerulescens* Harv.**
Feuilles consommées seulement sèches et hachées dans la province du Cap.
- E. cuneata* Vahl**
- E. Tirucalli* L.**
Pouvant atteindre plusieurs mètres de haut, très souvent utilisée pour faire des clôtures, spécialement dans les zones semi-arides, car elle se bouture très facilement. Peut contribuer en cas de disette à la nourriture des dromadaires.
- Euphoria Longan* (Lour.) Steud. = *Nephelium Longana*, Sapindacée**
- Eurotica ceratoides* C. A. Mey., Chénopodiacée**
E. eversmanniana Stschégl.
- Eurya japonica* Thunb., Ternstroemiacée**
- Euterpe oleracea* Engel., Palmacée**
Dite "palmito". Grand palmier américain tropical dont les fruits permettent d'obtenir une boisson populaire à Para. Le centre de la pousse est consommé comme un légume au goût et à la consistance d'artichaut.
- Fagara Chalybea* Engl., Rutacée**
A feuilles odorantes et de saveur brûlante. Quand les chèvres peuvent les atteindre, elles consomment cependant toute l'année les feuilles et les fruits. En saison sèche, les bovins mangent les feuilles tombées à terre. Ca: 1,70%. P: 0,47%.
- Faidherbia albida* (Del.) A. Chev., Mimosacée**
Kadd, haraz, gao, balanzan ou faidherbia, voire acacia blanchâtre. Grand arbre sahélien surtout mais panafricain, mellifère, qui forme ses feuilles à contre-saison et fixe l'azote. Très utilisé en agroforesterie, pour sa capacité d'enrichir le sol en azote et pour ses excellentes gousses fourragères.
- Faurea saligna* Harv., Protéacée**
- Feretia apodanthera* Del., Rubiacée**
Les graines sont utilisées en Ethiopie comme succédané du café.
- Festuca elatior* L., Graminacée**
Fétuque élevée.
- F. ovina* L.**
Fétuque des moutons, fétuque ovine.
- F. saligna* L.**
- Ficus auriculata* Lour., Moracée**
F. capensis Thunb.
F. clanydocarpa Mildbr. et Burret
F. clavata Wall.
F. glomerata Roxb.
F. hispida L.
F. Hookerii Miq.
F. infectoria Roxb.
F. lacor Buch.-Ham. = *F. infectoria*
F. ovata Vahl
F. racemosa Willd. = *F. infectoria*
F. religiosa L.
F. Rokko Schweinf.
F. Roxburghii Wall.
F. semicordata Miq.
F. Sycomorus L.
Figuier sycamore. Arbre du nord de l'Afrique, cultivé, donnant des figues comestibles, et utilisé depuis les Pharaons qui en faisaient des sarcophages. Le latex coagule le lait.
F. Thonningii Bl.
- Firmiana colorata* R. Br., Sterculiacée**
- Flemingia congesta* Roxb., Fabacée**
Légumineuse herbacée pérenne d'Asie tropicale qui donne un colorant orange vif appelé "wara" utilisé pour colorer la soie.
- Fraxinus excelsior* L., Oléacée**

F. Ornus L.
Frêne orné

F. floribunda Wall.
De la région himalayenne.

Gardenia ternifolia Schum. et Thonn. = *G. thunbergia*
L.f., Rubiaceae

G. thunbergia L.f.
Arbrisseau dont le fruit produit un cosmétique noir. On extrait des fleurs une huile essentielle dont se parfument les femmes du Soudan. Bois blanc dont on fait des cuillères.

Garuga pinnata Roxb., Burséracée
Ligneuse d'Inde et d'Asie tropicale utilisée en pharmacopée.

Geijera parviflora Lindl., Rutacée
D'Australie.

Genista ferox Pavi., Fabacée

G. linifolia L.

G. pilosa L.

G. Scorpius D.C.

Gilletiodendron glandulosum (Portères) J. Léonard,
Césalpiniacée

Gleditschia triacanthos L., Césalpiniacée
Févier à trois épines. Arbre de l'est de l'Amérique du Nord. Bois très dur et très durable, employé pour des baquets de roues, des traverses de chemin de fer, des piquets de clôture. Cultivé, surtout en régions méditerranéennes. Gousses volumineuses consommées bien que dures et avec des graines très dures. Mellifère.

Gliricidia maculata = *G. Sepium*, Césalpiniacée

G. Sepium (Jacq.) Walp.
"Madre de cacao" du Mexique. Arbre d'accompagnement dans les plantations de café largement utilisé comme arbre d'accompagnement dans les cultures de cacaoyer et de caféier. Les gousses ou la poudre d'écorce mélangées à du riz sont utilisées pour empoisonner les rats.

Globularia Nainii Battandier, Sélaginacée

Gmelina arborea Roxb., Verbénacée
De l'est de l'Inde, de Malaisie et des îles du Pacifique. Bois de soutènement dans les mines. Utilisé en reboisement en Afrique tropicale. Brûle mal, en donnant de la fumée et des étincelles.

Grevillea robusta A. Cunn., Protéacée

Grewia bicolor Juss., Tiliacée
Petits fruits comestibles.

G. flavescens Juss.
A rameaux quadrangulaires.

G. mollis Juss.
Fleurs et fruits comestibles.

G. monticola Sond.

G. oppositifolia Buch.-Ham. ex Roxb.

G. optiva J.R. Drumm ex Burret

G. tenax (Forssk.) Fiori
A feuilles fourragères utilisées par les dromadaires, les moutons et les chèvres; fruits comestibles.

G. tiliaefolia Vahl

G. villosa Willd.

Guaiacum officinale L., Zygophyllacée

Guazuma ulmifolia Lam., Sterculiacée
D'Amérique centrale, arbustée ou arbrissellée, au bois léger, fibreux, à gros grain, et grisâtre, utilisé pour des meubles, des embauchoirs de chaussures, des nervures de petits bateaux, du panelage, du charbon pour faire de la poudre. Le jus clarifie le sirop de sucre. Ecorce employée dans des lotions capillaires.

Guiera senegalensis J.F. Gmel., Combrétacée
N'guère, nger. Arbrisseau des pseudo-steppes sahéliennes et soudano-sahéliennes aux fruits mangés par les moutons et les chèvres et aux rameaux longtemps feuillés consommés par les dromadaires. Rameaux tressés pour des paniers. Bois utilisé comme combustible. Très nombreux usages médicaux et vétérinaires.

Guilielma Gasipaes H.B.K., (= *Bactris Gasipaes*),
Palmacée

Palmier pejobaye d'Amérique centrale, cultivé depuis des temps pré-colombiens. Fruits en forme de pêche très consommés et source d'une boisson fermentée agréable. On tire des fruits l'huile de Macanilla, qui ressemble à l'huile de cocotier. Bois très dur utilisé en construction. Les Indiens en font des arcs. Epines utilisées pour tatouer.

Gymnosporia spinosa Merrill et Rolfe, Célastracée

Haematoxylum campechianum L., Césalpiniacée
Bois de campêche, utilisé pour faire des meubles à cause de sa couleur rouge sang devenant brun violet. Source de l'hématoxyline, un colorant. Mellifère.

Halocnemum fruticosum D. Dietr., Chénopodiacée

H. strobilaceum Bieb.

Haloxylon aphyllum (Minkw.) Ilijn, Chénopodiacée

H. persicum Bunge
Arbre d'Asie centrale. Bois utilisé en charpenterie. Les plants jeunes sont fourragers et servent à fixer les sables dunaires.

H. salicornicum Bunge
Arbrissellée fourragère des lieux salés d'Iran et d'Afghanistan. Jeunes rameaux quelquefois consommés par les hommes en temps de disette.

H. Schweinfurthii Aschers.
Arbrissellée des sables d'Arabie et des régions voisines, qui donne la manne, dont la sécrétion est provoquée par la piqure d'un insecte. Gomme consommée par les Bédouins.

***Hardwickia binata* Roxb.**

Arbre du centre et du sud de l'Inde, de taille moyenne. Bois rouge foncé, se polissant bien, l'un des plus lourds de l'Inde. Construction, pontonnerie, araires, construction de puits, substitut du cuivre dans les supports de machines, blocs à graver, outils. L'écorce est utilisée pour des cordages (fibres rouges) et pour la tannerie. Feuilles utilisées comme fourrage. L'écorce produit une oléo-résine utilisée dans la protection du bois. On utilise aussi l'écorce pour des voiles et pour du papier.

***Harpephyllum cafrum* Bernh. ex Krauss, Anacardiaceae**

"Kei apple" des anglophones.

Helicteres Isora* L., Sterculiaceae**Heeria insignis* (Del.) O. Ktze, Anacardiaceae**

Arbuste d'Afrique du centre et du sud, au bois très dur, convenant à l'ébénisterie.

Heterodendrum oleaefolium* Desf., Sapindaceae**Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae**

Arbre de l'Amazonie, cultivé sous les tropiques, donnant le caoutchouc.

Hibiscus Rosa-Sinensis* L., Malvaceae**H. Sabdarifa* L.**

Le "karkadeh", agréable boisson rouge, est tiré des sépales.

***Hieracium pilosella* L., Composée**

Utilisée comme remède notamment en Europe dans tous les cas où le sang est trop abondant.

***Hippophae rhamnoides* L., Élagnacée**

Arborecente d'Europe et d'Asie dont les fruits sont consommés en gelée ou avec du lait ou du fromage par les Sibériens et les Tartares. Baies utilisées en France dans les sauces ou avec du poisson ou des viandes (dinde, oie, ...).

***Holoptelea integrifolia* Planch., Ulmacée**

Bois dur utilisé en intérieurs de constructions et pour faire de petits bateaux.

Hovenia dulcis* Thunb., Rhamnaceae**Hymenaea Courbaril* L., Césalpiniacée**

Courbaril du sud du Mexique, d'Amérique centrale, des Antilles et d'Amérique du Sud. Bois lourd, ferme, très dur, ayant l'aspect d'un acajou. Utilisé en construction, en constructions navales, en aménagement, dans les moulins à sucre. La pulpe autour des graines est comestible et mêlée à de l'eau sert à fabriquer l'"atole", une boisson alcoolique. On en tire une gomme dite copal du Brésil, copal de Colombie, etc., utilisée notamment au Mexique comme substitut de l'encens dans les églises, dans les vernis et le façonnage des cuirs.

***H. stilbocarpa* Hayne**

Mellifère du Brésil. Source du copal, comme *H. Courbaril* L.

***Hymenodictyon excelsum* Wall., Rubiaceae**

D'Asie tropicale. Bois tendre, gris brunâtre, utilisé pour des boîtes à thé, des mesures à grains, des jouets, des plaques à écrire birmanes. Ecorce fébrifuge et antipériodique.

Hyparrhenia diplandra* (Hack.) Stapf, Graminacée**H. rufa* (Nees) Stapf*****Hypericum lanceolatum* Lam., Hypericacée**

Feuilles riches en protéines brutes et en calcium.

Hyperthelia dissoluta* (Nees ex Steud.) W.D. Clayton, Graminacée**Hyphaene compressa* H. Wendl., Palmacée*****H. coriacea* Gaertn.**

Palmier gingembre.

H. Shitan* Boj.**H. thebaica* Mart.**

Doum (d'Égypte). Caractérisée par ses ramifications dichotomiques. Feuilles tissées en cordes, nattes, huttes, tentes, papier. Noyaux servent à faire des boutons. Les noix sont consommées crues avant d'être mûres. L'extérieur des noix est utilisé comme nourriture, notamment dans des gateaux et des sucreries.

***Hyptis brevipes* Poit., Labiacée**

Herbacée d'Amérique tropicale, échappée à Java, où les feuilles sont utilisées pour cicatriser les plaies et l'inflammation du nombril des enfants nouveaux-nés.

Iboza multiflora* (Benth.) E.A. Bruce, Labiacée**Ilex paraguarensis* A. St Hill., Ilicinacée**

Herbe à maïé ou "alang-alang". Le "lalang" de Malaisie et du Sud-Est asiatique.

Imperata brasiliensis* Trin., Graminacée**I. cylindrica* (L.) Rauschell**

Des plaines herbeuses tropicales saisonnièrement inondées.

***Inga edulis* Mart., Fabacée**

Arbre d'Amérique centrale dont les gousses sont consommées par les indigènes. Ombrage pour les caféières d'altitude basse. Très mellifère.

***I. vera* Willd.**

Très mellifère.

***Inula decipiens* E.A. Bruce, Composée**

Bonne source de Ca pour le bétail mais il y a 24,04% de Si O₂ dans les feuilles et seulement 7,8% de protéines brutes.

Iresine rhizomatosa* Standley, Amaranthacée**Ischaemum aristatum* L., Graminacée*****I. clandestinum******I. muticum* L.*****Jacaranda mimosaeifolia* D. Don., Bignoniacée**

Arborecente d'Amérique tropicale au bois compact mais fragile.

***Jasminum fruticans* L., Oléacée**

***Jatropha Curcas* L., Euphobiacée**

Médecinier. Donne de l'huile de Curcas, purgative et utilisée dans les industries de la laine et du savon.

***Jessenia Bataua* (Mart.) Burret., Palmacée**

D'Amazonie et du golfe du Vénézuéla, "seje". L'huile de Patana, comparable à celle d'olive et utilisée en alimentation est obtenue de ce palmier de taille moyenne. Production limitée par le manque de main d'oeuvre.

***J. polycarpa* Karst.**

Grande Palmacée d'Amérique du Sud tropicale. Péricarpe du fruit doux et comestible. On tire une huile comestible à partir des semences.

***Juglans nigra* L., Juglandacée**

Noyer d'Amérique. Donne un excellent et très beau bois et beaucoup de fruits.

***J. regia* L.**

Noyer commun. Sensible au pourridié, mais donnant des fruits de très bonne qualité et un beau bois, souvent figuré, et une excellente huile de table.

Julbernardia globiflora* (Benth.) Troupin**Juniperus excelsa* Bieb., Juniperacée*****J. osteosperma* (Torr.) Little*****J. Oxycedrus* L.*****J. phoenicea* L.*****J. procera* Hochst.*****Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss., Méliacée**

Cailcédrat, acajou du Sénégal. Arbre des régions sahélo-soudanaises, au beau bois d'acajou devenu presque rare car il a été très exporté. Mellifère.

Kochia prostrata* Schrad., Chénopodiacée**K. sedifolia* F. Muell.*****Lagenaria siceraria* Standley, Cucurbitacée*****Laguncularia racemosa* Gaertn. f., Combrétacée**

Des rives de la Mer des Antilles où elle est appelée palétuvier blanc (cf. *Avicennia marina*). Bon et beau bois utilisé pour des portails, des véhicules, des clôtures, et quelquefois pour la construction, des ponts, des parquets, des plateformes de machines.

***Lannea acida* A. Rich., Anacardiacée**

Lannéa acide. Arbuste sahélo-soudanien donnant des fruits elliptiques en grappes pendantes, rouge à pourpre, fructifiant rapidement puis pourrissant. Fruits à pulpe acide et résineuse, surtout utilisée pour des boissons. Bois très employé pour de petits ouvrages (sièges): des jeunes tiges, on peut faire des arcs. Très bon combustible.

L. arborescens* (Engl.) Engl.**L. discolor* Sond.*****L. coromandelica* (Houtt.) Merrill*****L. microcarpa* Engl. et Krause**

Raisinier, à cause de la vague ressemblance des fruits avec une grappe de raisins. Fruits frais comestibles et donnant après cuisson une boisson sucrée. Gomme soluble et comestible. Bois blanc se conservant mal et peu solide. Les feuilles peuvent se cuire dans des brouets. Fourrage uniquement pour les chèvres.

L. velutina* Endl.**Lantana Camara* L., Verbénacée**

D'Amérique tropicale, envahissante dans les terrains de pâturage. On tire des feuilles une infusion aromatique tonique et stimulante. Habituellement non consommée par les animaux.

Larrea tridentata* Coult., Zygophyllacée**Lecaniodiscus cupnioides* Planch. ex Benth., Sapindacée*****Lavandula vera* D.C., Labiacée*****Leptadenia pyrotechnica* (Forsk.) Decne, Asclépiadacée*****L. hastata* (Perse) Decne*****Leptocoryphium lanatum* Nees, Graminacée**

Du Brésil.

Leucaena latisiliqua* (L.) Gillis, Mimosacée**L. leucocephala* (Lam.) de Wit**

Leucaena, "leuco".

***Litchi sinensis* Sonner., Sapindacée**

Litchi de Chine, litchi. Arbre de Chine très cultivé sous les tropiques, mellifère, au fruit très agréable, consommé frais ou séché. Très exporté.

***Litsea polyantha* Juss., Lauracée**

"Kutmiro" de Malaisie.

Lonchocarpus laxiflorus* Guill. et Perrott., Fabacée**Lycium intricatum* Boiss., Solanacée*****Macadamia integrifolia* Maiden et Betche, Protéacée**

Grand arbre d'Australie acclimaté en Afrique centrale. La graine, comestible, est recherchée et commercialisée.

Machilus Gamblei* King, Lauracée**M. odoratissima* Nees*****Macrotyloma africanum* (Wilczek) Verdc., Fabacée*****Madhuca longifolia* Gm., Sapotacée**

Arbre à beurre d'Illipe. Arbre d'Inde mellifère. Huile tirée des graines utilisée en savonnerie et pour la chandellerie. Tourteau utilisé comme engrais.

***M. longifolia* (Koenig) J.F. Machr., var. *latifolia* (Roxb.) A. Chev.**

Arbre à beurre, mellifère.

***Maerua crassifolia* Forssk., Capparacée**

Des bords du Sahara et des déserts d'Arabie. Fruits comestibles. Le dromadaire consomme les fleurs et tous les animaux

consomment volontiers les rameaux, d'où une certaine rareté. Grande richesse en protéines. Bois brûle en donnant une très mauvaise odeur.

M. sessiliflora Gilg
D'Afrique tropicale.

M. Thompsoni T. Anders.

Maesa Chisia D. Don., Myrsinacée

Maesopsis Eminii Engler, Rhamnaceae

Maireana pyramidata (Benth.) P.G. Wilson,
Chénopodiaceae

M. sedifolia = *Kochia sedifolia*

Mallotus philippinensis Muell. Arg., Euphorbiaceae

Malpighia puniceifolia L., Malpighiaceae

Cerisier des Antilles. Arbre d'Amérique tropicale qui donne un fruit rouge, acide, d'assez bonne qualité, utilisé surtout pour des confitures, des sauces et des conserves. Contient beaucoup d'acide ascorbique.

Malus domestica Borkh., Rosacée

Pommier domestique, aux fleurs mellifères.

Mammea americana L., Guttiféracée

"Mammy". Arbre des Antilles et du nord de l'Amérique du Sud, cultivé sous les tropiques. Fruits ronds à chair jaune pâle, de 15 à 20 cm de diamètre. Consommés frais ou cuits. Les fruits mûrs sont transformés en gelées et la pulpe du fruit donne un vin. Avec les fleurs odorantes, on fait une liqueur, l'eau de créole.

Mangifera indica L., Anacardiaceae

Manguiier. Grand arbre fruitier très cultivé sous tous les tropiques. Originaire d'Inde, de Malaisie, de Cochinchine. Fruit surtout consommé crû, mais aussi en conserves, en jus, en pâtes de fruits, en chutney, en pulpe, en poudre séchée, en confitures, etc. Teinture jaune. Bois pour des meubles grossiers, des parquets, des plafonds, des constructions navales, des outils agricoles, et même du contreplaqué. Nombreuses utilisations médicinales. Mellifère.

Manihot esculenta Crantz = *M. utilissima*,
Euphorbiaceae

M. utilissima Pohl
Manioc.

Markhamia lutea K. Schum., Bignoniaceae

Martinezia (= *Aiphanes*) *caryotaefolia* H.B. et K.,
Palmacée

"Gri-gri" des Antilles, mellifère.

Mauritia flexuosa L. f., Palmacée

Grand Palmier d'Amérique du Sud tropicale, appelé "buriti" dont les feuilles sont très utilisées pour couvrir les toits. Les fruits donnent une huile comestible et une boisson. On prépare un sagou à partir de la tige. On fait des boutons avec les semences. Les troncs sont utilisés pour faire des poteaux et des ponts flottants.

Maytenus emarginata (Willd.) Ding Hou, Célastracée

Melaleuca leucodendron L., Myrtacée

Melastoma malabaricum L., Mélastomacée

Petit arbrisseau d'Australie et du sud de l'Asie et de l'Inde, dont les feuilles servent à nourrir le ver à soie de l'Atlas.

Melia Azadirachta L. Méliacée

M. Azedarach L.

"Paraiso" du Paraguay.

M. Volkensii Guerke

Melicoccus bijuga L., Sapindacée

Geneps. ou limier espagnol. Arbre d'Amérique tropicale. La pulpe du fruit est jaunâtre, juteuse, douce comestible. Mellifère.

M. lepidopetala Radik.

Mellifère.

Melinis minutiflora Beauv., Graminacée

Appelée quelquefois "molasse grass" par les anglophones.

Mentha sylvestris L., Labiacée

Metasequoia glyptostroboides Hu et Cheng, Taxodiaceae

Metroxylon Sagu Rottb., Palmacée

D'Indonésie et des Molluques.

Miconia albicans (Sw.) Triana, Mélastomatacée

Plante arbrissellée d'Amérique tropicale. Fruit consommé par les Chinantecs et les Zapotecs au Mexique.

M. argentea (Swartz.) DC.

Petit arbre ou arbuste d'Amérique centrale. Charbon de bois très apprécié par les Chinantecs.

Mikania cordata (Burm. f.) B.L. Robinson, Composée

Milletia dura Dunn, Fabacée

D'Afrique tropicale orientale.

Mimosa invisa Mart., Mimosacée

Ligneuse prostrée herbacée d'Amérique tropicale qu'on a recommandé comme engrais vert pour les pays chauds.

M. pigra L.

M. pudica L.

Mellifère dite "ti-Marie" aux Antilles, qui n'est consommée que très jeune par les moutons.

Mimusops Angel Chiov., Sapotacée

De la Corne de l'Afrique.

M. Flengi L.

Moulsari en Inde, aux fleurs mellifères.

M. Zeyheri Sond.

Mitragyna africana Korth., Rubiaceae

M. ciliata Aubréville et Pellegrin

M. inermis (Willd.) O. Ktze = *M. africana*

- M. parviflora* Kort.
- M. rubrostipulacea* Havil.
- Monotes glaber* Sprague, Diptérocarpacée**
- Moringa oleifera* Lam., Moringacée**
Ben aité, pois quenique. Arbuste de l'Inde sèche, largement cultivé, dont les feuilles, les jeunes fleurs et les jeunes fruits fournissent en Afrique et en Asie un légume apprécié. Racines au goût de raifort consommées au Soudan et en Afrique de l'est. La poudre de graines a un grand pouvoir floculant et est utilisée pour purifier l'eau. Bonne huile tirée des graines, comestible, qui fût longtemps utilisée en horlogerie, presque exclusivement de toute autre. Fleurs très mellifères.
- M. peregrina* (Forssk.) Fiori
- Morus alba* L., Moracée**
Mûrier blanc, aux très nombreuses variétés horticoles, utilisé essentiellement comme nourriture pour les vers à soie.
- M. arabica* Koidz.
- M. australis* Poir.
- M. bombycis* Koidzumi
- M. cathayan* Hemsl.
- M. indica* L.
- M. mesozygia* Stapf
Difou.
- M. mongolica* C.K. Schneider
- M. nigra* L.
Mûrier noir, cultivé surtout pour ses fruits mais servant de nourriture aux vers à soie.
- M. notabilis* C.K. Schneider
- M. rubra* L.
Mûrier rouge de l'est de l'Amérique du Nord, au bois très résistant et très dur utilisé dans les constructions de véhicules.
- M. Wittiorum* Hand.-Mazz.
- Mühlbergia montana* Hitchcock, Graminacée**
- Myrianthus Holstii* Engl., Urticacée**
- Myrica aethiopica* L., Myricacée**
- Myrtus communis* L., Myrtacée**
Myrte commun.
- M. cordifolia* L.
Arbuste du sud de l'Afrique. Des branches, on extrait une cire par l'action de l'eau bouillante.
- Nephelium lappaceum* L., Sapindacée**
Petit ramboutan. Arbuste de l'archipel malais. Excellent fruit de dessert cultivé dans toute l'Asie. Graines rôties. Fruit en compote ou cru. Mellifère.
- N. Longana* (Lam.) Cam.
Longan, arbuste du sud et du centre de la Chine. L'un des meilleurs fruits tropicaux. Très cultivé en Chine. Fruits consommés crus, en conserves ou séchés. Mellifère.
- Neurada procumbens* L., Rosacée**
- Newtonia Buchanania* (Baker) Gilbert et Boutique, Mimosacée**
- Nipa fruticans* Thunb., Palmacée**
- Nyssa Ogeche* (Marsh.) Bartram, Nyssacée**
Gommier tupelo, citron ogeche, ogeche. Arbre du sud de la Caroline à la Floride. Les fruits sont consommés en conserve sous le nom de citrons ogeche. Fleurs sources d'un miel commercial.
- Ochna pulchra* Hook., Ochnacée**
D'Afrique australe.
- Odontites Powellii* Maire, Scrophulariacée**
- Olea europaea* L., Oléacée**
Olivier. Arbre servant à définir le climat méditerranéen, de grande importance commerciale pour la production d'huile d'olive et aussi pour les tourteaux qu'on en tire. Bois veiné fortement, très dur, susceptible d'un très beau poli, utilisé en tournerie. Symbole de la paix.
- O. Lapperrini* Battand. et Trab.
Olivier saharien.
- O. somaliensis* Baker
"Wazar".
- Opilia celtidifolia* (Guillem. et Perrot.) Endl. ex Walp., Olacinacée**
- Opismenus compositus* (L.) Beauv., Graminacée**
- Opuntia Ficus indica* Mill., Cactacée**
Du Mexique, très cultivée, notamment en Afrique du Nord et introduite dans toutes les régions tropicales et sub-tropicales pour leurs fruits, consommés frais ou séchés ou préparés de différentes manières, y compris en boissons alcooliques. Constitue un fourrage acceptable mais peu riche.
- Orbignya Cohune* (Mart.) Dahlgren, Palmacée**
- O. martiana* Barb.
Palmier babaçu d'Amérique du Sud. On utilise quelquefois la fumée de ses graines en train de brûler pour faire coaguler le latex de l'*Hevea brasiliensis*.
- Ormenis scariosa* Litard**
- Ornithopus sativus* Linl., Fabacée**
Serradelle.
- O. vicifolia* = *O. sativus* Linl.
- Oryza longistaminata* A. Chev. et Rochrich, Graminacée**
- Ottochloa nodosa* (Kunth) Dandy, Graminacée**

Pachycereus pecten-aboriginum* Britton et Rose, Cactacée**P. Pringlei* Britton et Rose*****Panicum anabaptistum* Steud. Graminacée*****P. coloratum* L.*****P. maximum* Jacq.*****Parinari* = *Parinarium******Parinarium curatellaefolium* Planch. Rosacée**

Arbre d'Afrique tropicale au fruit très estimé des indigènes et au bois utilisé en charpenterie générale.

P. excelsum* Sabine**P. macrophyllum* Sabine**

Prunier gingembre. Arbre d'Afrique tropicale au fruit apprécié des indigènes, et dont l'écorce donne un parfum plaisant et des baumes. Beau bois se polissant bien, moyennement dur, brun clair, utilisé en décoration intérieure, pour faire des panneaux et des canoës.

Parkia africana* R. Br. = *P. biglobosa*, Mimosacée**P. biglobosa* (Jacq.) Benth.**

Néré. Grand arbre d'Afrique tropicale de l'ouest. Fruit comestible, à pulpe jaune, utilisé frais ou séché, dans des sauces et de nombreuses préparations culinaires. Très mellifère et abondamment employé dans des systèmes agroforestiers.

***Parkinsonia aculeata* L., Césalpiniacée**

Mellifère originaire du Texas à l'Argentine. Forme des haies infranchissables par ses épines. Bois de feu médiocre. Gousses très appréciées du bétail, des petits ruminants en particulier. Les dromadaires consomment les rameaux. Boisson rafraîchissante. Pharmacopée.

***Paspalum conjugatum* Bergius, Graminacée**

Herbe créole.

***P. dilatatum* Poir.**

Herbe d'Australie, mauvaise herbe des cultures, mais fourragère.

***P. notatum* Flüggé**

Herbe de Bahía, cultivée comme fourragère, notamment sur les banquettes anti-érosives.

P. orbiculare* Forst. f. = *P. scrobiculatum* L.**P. scrobiculatum* L.**

Bien appréciée par les animaux.

***Passiflora foetida* L., Passifloracée**

Du Brésil.

Paulownia Kawakamii* Ito, Scrophulariacée**P. tomentosa* Baill.*****Pennisetum clandestinum* Chiov., Graminacée**

Herbe des Kikuyu.

P. glaucum* R. Br.**P. purpureum* Schumach.**

Herbe à éléphant.

***P. typhoides* (Burm.) Stapf et Hubbard**

Millet perlé.

Periploca laevigata* Ait., Asclépiadacée**Persea americana* Mill., Lauracée**

Avocatier. Arbuste d'Amérique centrale très cultivé. Fruit devenu très commun sur les marchés européens et américains depuis une vingtaine d'années. Mellifère.

***Petrea arborea* H.B. et K., Verbénacée**

Pétrée.

P. kohautiana* Presl.**Lianescente ligneuse dite "fleur de Dieu" aux Antilles. Fleurs pourpres servant avec celles de *Brandia* sp. et de *Chicvara alba* à la préparation d'un thé abortif.Phaseolus acutifolius* A. Gray, Fabacée*****Phleum pratense* L., Graminacée**

Fléole des prés.

***Phoenix dactylifera* L., Palmacée**

Palmier-dattier, dattier. Donne un fruit très important pour la consommation humaine et animale dans les zones arides, consommé sec après séchage au soleil, ou demi-sec, ou doux et mangé frais.

***P. reclinata* Jacq.**

Palmier nain.

***Phyllanthus Emblica* L., Euphorbiacée**

Arborescente, dite emblic ou myrobolan. Cultivée pour ses fruits, très acides et souvent consommés en conserves ou en gelées.

***P. guineensis* Pax**

Très appréciée. Bovins et caprins consomment les feuilles fraîches et les rameaux en saison sèche. Les feuilles à terre sont consommées par les chèvres. Bonne source de Ca (0,72%) et de P(0,31%) mais peu de protéines brutes (5,32%) et beaucoup de fibres (49,01%).

***Phillyrea angustifolia* L., Oléacée**

Filaria à feuilles étroites. Arbrisseau méditerranéen caractéristique.

***P. latifolia* L.**

Filaria à larges feuilles. Arbuste qui est souvent confondu avec le nerprun.

***P. media* L.**

Filaria intermédiaire

***Ptilostigma reticulata* (D.C.) Hochst., Césalpiniacée**

Arbuste fourragère (gousses, jeunes feuilles).

***P. Thonningii* (Schumach.) Milne-Redh.**

Arbustive très répandue en Afrique. Ecorce donnant une résine à calfeuter, des cordes et une teinture rouge brun. La

- farine de mil est souvent accomodée avec de l'eau de cuisson des feuilles. Bon fourrage. Colorant bleu tiré des graines et des gousses. Colorant noir tiré des graines grillées. Nombreux usages médicinaux locaux.
- Pinus caribaea* Morelet, Pinacée**
Pin des Caraïbes du sud-est des U.S.A. et des Antilles au bois très dur, durable, orangé foncé. Utilisé largement dans les reboisements. Bois utilisé en construction et pour des éclisses de voies ferrées. Source importante de résine et de térébenthine.
- P. cembroides edulis* Voss. (= *P. edulis* Engel.)**
Piñon mexicain, aux aiguilles épaisses.
- P. Elliotti* Engel.**
"Slash pine". Espèce de climat chaud et humide du centre de la Floride, de Caroline du S. et du S.E. de la Louisiane, très voisine de *P. caribaea*.
- P. halepensis* Mill.**
Pin blanc ou pin d'Alep. Autour de Alep (Syrie), ce n'est pas lui qu'on trouve mais son vicariant *P. Brutia* Ten.
- P. maritima* Mill. (= *P. Pinaster* Ait.)**
- P. montana* Miller**
Pin de montagne.
- P. nigra* Arnold**
Pin noir ou laricio.
- P. oocarpa* Schiede**
Pin du Mexique. Mexicain et guatémaltèque entre 1500 et 2100m d'altitude.
- P. palustris* Mill.**
"Longleaf pine". Pin à longues feuilles. Importante espèce de la plaine côtière du sud-est des E.U.A., jusqu'à 550m d'altitude.
- P. Pinaster* Ait.**
Pin maritime.
- P. ponderosa* Dougl.**
Pin jaune de l'ouest. Importante espèce pour son bois d'œuvre de grain fin, dur, un peu rougeâtre, utilisé pour des clôtures, des constructions, des entraves de voies ferrées, et comme carburant.
- P. radiata* D. Don.**
Pin insigne. Bon bois avec de très nombreux usages, depuis les allumettes jusqu'aux planchers, en passant par les meubles, le pannelage, les manches à balais, les jouets, les poulies, la laine de bois, les boîtes à allumettes et le contreplaqué.
- P. serotina* Michaux**
Pin de la Floride et des Caroline au bois très résineux de couleur orange.
- P. taeda* L.**
"Loblolly pine". Grand arbre à aire très étendue du sud-est des E.U.A.
- Piscidia piscipula* Sarg., Fabacée**
- Pisonia alba* Span., Nyctaginacée**
- Pistacia atlantica* Desf., Anacardiacee**
Arbuste des montagnes et dayas d'Afrique du Nord. Source de fourrage. Fruits comestibles. Bois très employé.
- P. Khinjuk* Stocks**
- P. Lentiscus* L.**
(Pistachier) lentisque.
- P. Terebinthus* L.**
(Pistachier) térébinthe.
- Pithecelobium dulce* (Roxb.) Benth., Mimosacée**
Tamarinier de Manille. L'arille des graines est comestible sur cet arbuste d'Amérique tropicale cultivé sous les tropiques. On en fait une boisson. Ecorce tannante et fournissant un colorant jaune. Fleurs mellifères.
- Poa bulbosa* L., Graminacée**
- Podocarpus usambarensis* Pelg., Podocarpacee**
- Polyscias fulva* (Hiern.) Harms, Araliacée**
- Pongamia pinnata* (L.) Pierre, Fabacée**
Arbre des îles du Pacifique d'Australie et d'Asie tropicale. Les graines donnent une huile utilisée pour l'éclairage et pour soigner les maladies de peau. Recommandée aussi pour fabriquer des chandelles et des savons. Mellifère.
- Populus nigra* L., Salicacée**
Peuplier noir.
- Portulacaria afra* Jacq., Portulacacée**
D'Afrique du Sud. Il est une bonne source de calcium pour les animaux.
- Premna integrifolia* L., Verbenacée**
Petite Verbenacée de Malaisie, au très beau bois fort dur, à grain fin, veiné, utilisé pour des manches de couteau.
- Prosopis africana* (Guill., Perrot, et Rich.) Taub., Mimosacée**
Plante africaine dont les feuilles macérées sont utilisées comme aphrodisiaque, d'où la rarefaction de l'arbre, qui est soudanien. Probablement fixateur d'azote. L'espèce serait la plus recherchée au Sahel pour la fabrication de charbon de bois.
- P. alba* Griseb.**
- P. chilensis* (Mol.) Stuntz.**
Algarrobo. A croissance rapide, même en milieu sec.
- P. cineraria* (L.) Druce**
Excellent fourrage, surtout par les gousses, qui sont aussi consommées par l'Homme en Inde et en Iran, d'où l'arbre est originaire. Le "sarmdal", une fibre, peut être tirée de l'écorce. Beau bois brun pourpré, durable, utilisé dans les wagons, le mobilier, la charpenterie, les outils agricoles. Mellifère.
- P. glandulosa* Torrey**
Mellifère, utilisé pour sa gomme et son bois.
- P. juliflora* (Sw.) DC.**

"Mesquite". Excellent fourrage des gousses, aussi utilisées au Mexique et dans les communautés indiennes comme aliment, notamment en cas de disette. Bon bois résistant aux termites et à la pourriture. Gommés riches comme émulsifiant. Racines riches en tannins. Très mellifère.

P. pallida (Humboldt et Bonpland ex Willd.)

Kunth.

Mellifère.

P. pubescens Benth.

Mellifère du Mexique et du sud-ouest des E.U.A. Bois durable utilisé pour des manches d'outils. Fruits comestibles et fournissant une boisson alcoolisée utilisée par les Indiens des bords du Colorado.

P. Tamarugo Phil.

Tamarugo, le seul ligneux qui résiste au sel du désert du Chili, avec une pluviosité de seulement 70mm.

P. velutina Wooton

Le prosopis "au million de fleurs", attirant les insectes.

Prunus cerasioides D. Don., Rosacée

P. persica Stokes

P. serotina Ehrh.

Arbre d'Amérique du Nord dont le bois est solide, dur, léger, à grain fin, de couleur brun clair, utilisé pour de l'ébénisterie et les finitions intérieures de constructions. Fruit utilisé pour parfumer des breuvages alcooliques. Propriétés médicinales diverses.

P. spinosa L.

Prunier épineux.

Pseudotsuga Douglasii Carr., Pinacée

Psidium cattleianum Sabine, Myrtacée

P. Guajava L.

Goyavier. Arbrisseau d'Amérique centrale, des Antilles et du Pérou. Cultivé ou sauvage. Fruit consommés crus ou en gelée, en confiture, en gâteaux, en pâte de fruit. Les pelures du fruit conservés constituent un dessert apprécié aux Antilles. Fleurs mellifères.

Pterocarpus erinaceus Poir., Fabacée

Arbre des savanes sahélo-soudanaises. Bon fourrage.

P. lucens Lepr. ex Guill. et Perrott.

Arbuste sahélo-soudanien, dont les feuilles sont utilisées comme légumes et dans les sauces. Bon fourrage pour chèvres et dromadaires (feuilles et fruits). Bon bois de feu. Manches, pilons, perches.

P. Marsupium Roxb.

Pueraria phaseoloides Benth., Fabacée

Purshia tridentata D.C., Rosacée

Pygeum africanum Hook. f., Rosacée

"Mweria" ou "meru". Arbre dont on fait notamment des ruches.

Pyrus Serotina Rehder, Rosacée

Quercus coccifera L., Fagacée

Chêne kermès.

Q. Douglasii Hook. et Am.

Chêne de Douglas, chêne bleu.

Q. Gambelii Nutt.

Aux glands comestibles.

Q. Hex L.

Chêne vert méditerranéen dont les glands sont consommés en Afrique du Nord, en Espagne, etc. Bois très dur, lourd, à grain fin, durable et élastique, utilisé en ameublement surtout.

Q. ilicifolia Wangenh.

Q. lamellosa Sm.

Q. oleoides Cham. et Schlecht.

Q. petraea (Mattuschka) Liebl.

Chêne sessile (= *Q. sessiliflora* Salisb.). Excellent bois de construction et d'ameublement. Glands comestibles lorsque grillés, très appréciés des porcs et des geais.

Q. pubescens Brot.

Q. Robur L.

Q. Schippii Staudl.

Q. semecarpifolia Sm.

Q. Suber L.

Chêne liège. Méditerranéen. Cultivé surtout au Portugal.

Racosperma ammophilum (Pedley) Pedley, comb. nov., Mimosacée

R. ampliceps (B.R. Maslin) Pedley, comb. nov.

R. aneurum (F. Muell. ex Benth.) Pedley, comb. nov.

Les indigènes australiens donnent les feuilles comme fourrage au bétail et utilisent le bois pour faire des lanceurs de javelots.

R. auriculiforme (A. Cunn. ex Benth.) Pedley, comb. nov.

Non reconnue comme une espèce fourragère bien que quelquefois consommée par les bovins.

R. Brassii (Pedley) Pedley, comb. nov.

R. cincinnatum (F. Muell.) Pedley, comb. nov.

Bon bois de feu qui brûle bien. Le bois a été utilisé en marqueterie. Semble avoir un potentiel en agroforesterie.

R. crassarpum (A. Cunn. ex Benth.) Pedley, comb. nov.

Le bois est brun pâle et le bois de coeur est brun doré avec des reflets rougeâtres. Il est durable et très dur. En Papouasie et Nouvelle Guinée on l'utilise pour des constructions, la fabrication de meubles et de bateaux, les parquets, les

- placages, et les indigènes en font des piquets et des maisons. Pas connu comme fourrage.
- R. harpophyllum* (F. Muell. ex Benth.) Pedley, comb. nov.**
Donne une teinture brun rouge.
- R. holosericeum* (A. Cunn. ex G. Don.) Pedley, comb. nov.**
- R. juliferum* (Benth.) Pedley, comb. nov.**
Pas connu pour avoir une valeur quelconque comme fourrage. Producteur potentiel de bois de service de petites dimensions, pour poteaux et piquets. Ornemental par ses feuilles vert gris et par ses inflorescences très parfumées.
- R. ligulatum* (A. Cunn. ex Benth.) Pedley, comb. nov.**
Phyllodes non consommés par les moutons mais consommés par les bovins en certains endroits.
- R. maconochianum* Pedley, comb. nov.**
- R. Mangium* (Willd.) Pedley, comb. nov.**
Excellent bois d'oeuvre et de service: les feuilles peuvent servir de fourrage pour le bétail (N.A.S., 1983)
- R. melanoxylo* (R. Br.) Pedley comb. nov.**
- R. pendulum* (A. Cunn. ex G. Don.) Pedley, comb. nov.**
- R. plectocarpum* (Cunn. ex Benth.) Pedley, comb. nov.**
Phyllodes appréciés par les ovins et les bovins.
- R. polystachyum* (Cunn. ex Benth.) Pedley, comb. nov.**
Le bois a servi à fabriquer des harpons pour attraper les dugongs dans les îles du Déroit de Torres. Pas connu comme ayant une valeur fourragère.
- R. salicinum* (Lindley) Pedley, comb. nov.**
Les feuilles et les gousses sont volontiers consommées par les ovins, mais elles ne sont pas utilisées extensivement. Beau bois qui donne de l'ombrage et un abri; arbre ornemental, notamment en Israël, sous irrigation.
- R. salignum* (Labill.) Pedley, comb. nov.**
Arbre d'Australie dont l'écorce, riche en tannins (30 à 50%), est utilisée pour le tannage.
- R. Shirleyi* (Maiden) Pedley, comb. nov.**
Les feuilles sont volontiers consommées par le bétail mais on signale des différences de'appétibilité d'un lieu à l'autre. Des études de différence d'appétibilité en fonction des provenances sont nécessaires. Excellent bois de feu. Ne serait pas très durable au contact du sol et de l'humidité.
- R. Simsii* (Benth.) Pedley, comb. nov.**
Tiges de très petites dimensions qui le rendent surtout apte à produire du bois de feu. Utilisé pour reboiser les sites des mines de bauxite dans la Péninsule du Cap York en Australie et comme plante décorative.
- R. stenophyllum* (Cunn. ex Benth.) Pedley, comb. nov.**
Rarement utilisé par le bétail mais pourrait constituer des réserves fourragères pour les périodes de sécheresse. Fait de bons brise-vent et est très décoratif. Utilisable pour réhabiliter les sites miniers.
- R. torulosum* (Benth.) Pedley, comb. nov.**
A été recommandé comme arbre ornemental dans les jardins et les parcs.
- R. tumidium* (F. Muell.) Pedley, comb. nov.**
- Randia ruiziana* DC., Rubiaceae**
Arbrisseau d'Amérique tropicale. Arbrisseau dont le fruit possède une pulpe comestible mangée par les indigènes.
- R. uliginosa* DC.**
- Rapanea ferruginea* Mez, Myrsinaceae**
- Retanilla glauca* Phil., Rhamnaceae**
- Rhamnidium glabrum* Reiss., Rhamnaceae**
Mellifère.
- Rhamnus Alaternus* L., Rhamnaceae**
- R. disperma* Ehrenb. ex Boiss.**
- Rhanterium suaveolens* Desf., Composée**
- Rhizophora mucronata* Lam., Rhizophoraceae**
Manglier hauban aux Seychelles, à cause de ses racines échasse.
- R. javanica* L., Anacardiaceae**
- R. leptodictya* Diels**
- R. natalensis* Bernh. ex Krauss**
Chèvres et même bovins consomment en toutes saisons les feuilles des basses branches. En saison sèche, les bergers coupent quelquefois les branches pour les ovins, les bovins et les caprins. Les jeunes fruits sont volontiers consommés, qui ont plus de P (0,19%) que les branches (0,10%) mais moins de Ca (0,27% au lieu de 1,43%).
- R. retinorrhoea* Steud. ex A. Rich.**
"Simsey" de Somalie.
- R. squalida* Meikle**
- R. squamosa*,**
erreur probable pour *R. squalida*.
- R. succedanea* L.**
- R. vernicifera* D.C.**
"Shellac" de Chine et du Viêt Nam.
- Rhynchetitrum repens* (Willd.) C.E. Hubbard, Graminaceae**
- Ricinodendron Heudelotii* (Pierre) Pax, Euphorbiaceae**
- R. Rautanenii* Schinz**

- Ricinus communis* L., Euphorbiacée**
- Robinia pseudo-acacia* L., Césalpiniacée**
Robinier, robinier faux-acacia. Arbre de l'est des E.U.A. introduit en France au XVIIIème siècle. Bois très dur, résistant, durable, à grain fin, très utilisé pour des piquets, la tournerie, des éléments de constructions navales, des manches d'outils. Graines cuites consommées par les Indiens. Les fleurs font des beignets amusants. La plante est toxique. Elle donne un excellent miel, très apprécié en Europe de l'Ouest notamment.
- Rosa canina* L., Rosacée**
- Rosmarinus officinalis* L., Labiée**
Romarin méditerranéen très utilisée dans la cuisine provençale, la parfumerie, les bains de bouche. Huile carminative et stimulante.
- Roystonea regia* (H.B.Kunth) O.F. Cook., Palmacée**
Palmier royal. Grand palmier du sud de la Floride et de l'Amérique centrale. Les très jeunes bourgeons floraux sont consommés aux Antilles comme un légume. Mellifère.
- Rubia peregrina* L., Rubiacée**
Garance voyageuse.
- Rubus rosaeifolius* (L.) Sm., Rosacée**
***R. spectabilis* Pursh**
- Ruscus aculeatus* L., Liliacée**
Fragon petit-houx, houx fragon.
- Sabal Palmetto* (Walt.) Todd. ex Schultes, Palmacée**
Petit palmier chou, palmetto chou. Grand Palmier des Antilles et du sud des E.U.A. Troncs résistants à l'eau et utilisés pour des appontements. Feuilles tressées. Très jeunes parties du bourgeon consommées comme un légume. Fleurs source de miel. Fruit consommé par les indigènes.
- S. Arbuscul* Pall., Salsolacée**
***S. rigida* Pall.**
- Salsola Richleri* Karel. ex Moq., Salsolacée**
***S. subaphylla* C.A. Mey.**
- Salvadora persica* (L.) Garc., Salvadoracée**
Plante arbustive d'Afrique tropicale et d'Asie, dite buisson salé ou arbre brosse à dents. Jeunes pousses et jeunes feuilles utilisées comme salade. Fourrage pour les camélidés. Source d'un sel végétal appelé "kegr", tiré des cendres de la plante. Bois employé à divers usages, dans la fabrication des selles et de mâts de tentes. Des semences, on tire une cire utilisée pour faire des chandelles.
- Salvia occidentalis* Swartz., Labiacée**
Plante herbacée.
- Samanea Saman* Merrill, Fabacée**
- Sanguisorba minor* Scop., Rosacée**
- Sapindus Mukorossi* Gaertn., Sapindacée**
"Arbre à la noix de savon". Arbre d'Asie orientale et de l'Himalaya dont les fruits sont utilisés depuis toujours comme détergents. Les graines servent à faire des chapelets bouddhistes.
- Schefflera Barteri* (de Willd.) Harms, Araliacée**
- Schina Wallichii* Choisy, Ternstroemiacée**
- Schinus Molle* L., Anacardiacée**
***S. terebinthifolius* Raddi**
Poirier du Brésil. Arbre aromatique d'Amérique du Sud considéré comme tonique et astringent. La tige donne une résine dite "balsamo de misiones". Mellifère.
- Schoenefeldia gracilis* Kunth, Graminacée**
- Schottia brachypetala* Sond., Fabacée**
- Sclerocarya Birroea* (A. Rich.) Hochst., Anacardiacée**
Largement répandue dans la zone sahélienne. Donne des fruits comestibles et dont on fait une boisson. Ecorce très utilisée en pharmacopée et comme contre-poison notamment. Bois se travaillant bien mais peu résistant et tendre, servant pour des coupes, des récipients, des mortiers, des pilons, des plats.
- S. caffra* Sond.**
Grand arbre d'Afrique australe au fruit de la taille d'une prune, excellent en gelées. Mellifère.
- Securidaca longipedunculata* Fresen., Polygalacée**
Plante arbustive d'Afrique tropicale dont les feuilles sont utilisées comme purgatif en Ethiopie et dont la poudre de feuilles est utilisée comme tabac stimulant au Togo.
- Securinega virosa* (Roxb.) Baill., Euphorbiacée**
- Senna Siamea* (Lam.) Irwin et Barneby, Césalpiniacée**
Arbuste du sud-est asiatique très cultivé dans les zones tropicales, quelquefois dans des systèmes agroforestiers. Bois de feu très apprécié, très dur, lourd, très sombre, utilisé pour des ponts, des poteaux, des étais de mine. Mellifère.
- Sericocoma pallida* S. Moore, Amaranthacée**
D'Afrique tropicale.
- Sesbania aculeata* Poir., Papilionacée**
Arbre d'Inde, de Chine, de Ceylan, d'Afrique tropicale, etc. dont la tige donne une fibre connue sous le nom de fibre de Dundee, qu'on utilise dans la fabrication des voiles et des filets de pêche. Fumé comme substitut du chanvre en Inde.
- S. aegyptiaca* Poir.**
- S. grandiflora* (L.) Poir.**
Arbre de l'est de l'Inde à l'Australie. Fleurs rouges ou blanches et gousses immatures utilisées dans les sauces et les potages en Asie du sud-est. Cultivé sous les tropiques. Feuilles diurétiques et laxatives. Ecorce tonique et fébrifuge.
- S. keniensis* J.B. Gillett**
- S. macrantha* Welw. ex Phillips**
- S. punctata* D.C.**
- S. rostrata* Bremek. et Oberm.**

- S. Sesban* (L.) Merrill
Les feuilles contiennent jusqu'à 25,97% de protéines brutes et 1,11% de calcium. Excellent engrais vert.
- Setaria palmifolia* (Koen.) Stapf., Graminacée
- S. sphacelata* (Schumach.) Stapf et Hubbard
- S. splendida* Stapf
- Shepherdia argentea* Nutt., Elaeagnacée
Arbuste ou arbrisseau d'Amérique du Nord, dont le fruit est utilisé en gelées ou séché avec du sucre. Les Indiens le cuisaient avec la viande de bison.
- Sida schimperiana* Hochst. ex A. Rich., Malvacée
Plante de haute altitude qui est envahissante et indésirable mais les jeunes branches et les feuilles ont un bon contenu en protéines brutes (13,67%) et en Ca (1,0%) et un taux de P acceptable (0,24%).
- Smilax aspera* L., Liliacée
Salsepareille.
- Solanum incanum* L., Solanacée
Signalée comme une mauvaise herbe envahissante. Bien que les bovins et les ovins n'y touchent jamais, les caprins mangent quelquefois les feuilles qui sont riches en protéines brutes (30,28%) et en Ca (1,56%).
- Solenostemon rotundifolius* (Poir.) Monton, Labiacée
- Solidago rugosa* Ait., Composée
- Sonneratia apetala* Buch.-Ham., Sonnératiacée
- S. caseolaris* (L.) Engl.
Manglier fleur aux Seychelles. Arbuste des mangroves de l'Indonésie. Bois très dur et usant le fer ! Fruit comestible, cru ou cuit, au goût de fromage. Les jeunes fruits sont utilisés dans les curries et les chutneys pour leur donner de la saveur.
- Sorbus Aria* Crantz, Rosacée
- S. domestica* L.
- Spartium junceum* L., Papilionacée
Genêt d'Espagne.
- Spathodea campanulata* Beauv., Bignoniacée
- Spondias Mombin* L., Anacardiaceae
Mombin. Petit arbuste d'Amérique centrale dont le fruit est consommé frais, bouilli ou séché, à la saveur acidulée et épicée. Sur les marchés du Mexique et du Guatemala. Fruit appelé ciruela en espagnol et jocote au Mexique. Fleurs mellifères.
- S. purpurea* L.
- Sporobolus pyramidalis* Beauv., Graminacée
- Stenocereus gummosus* (Engelm.) Gibson et Horak, Cactacée
De Basse Californie.
- S. Thurberi* (Engelm.) F. Buxb.
Du désert de Sonoran.
- Stenotaphrum dimidiatum* Brongn., Graminacée
- Sterculia setigera* Del., Sterculiacée
- Stereospermum kunthianum* Cham., Bignoniacée
- Stevia rebaudiana* Bertoni, Composée
Herbe pérenne d'Argentine et du Paraguay contenant de l'estévine, un glucoside extrêmement sucrant.
- Stipa gobica* Roshev., Graminacée
- Streblus asper* Lour., Moracée ou Urticacée
Buisson fourrager d'Asie tropicale utilisé en papeterie et pour fabriquer de l'encre. Un des composants des gros cigares fumés par les Birmans. Utilisé en pharmacopée.
- Strychnos cocculoides* Baker, Loganiacée
- S. inermis*
- S. innocua* Del.
Le fruit est comestible, mais en petite quantité.
- S. spinosa* Lam.
- Stylosanthes capitata* Vog., Fabacée
- S. guianensis* Sw.
- S. guianensis* cv. *Verano*
Cultivar du stylo.
- Swietenia macrophylla* King, Méliacée
D'Amérique centrale, donne un très beau bois d'acajou pour de l'ébénisterie de qualité.
- Symplocos crataegoides* Buch.-Ham. ex D. Don., Styracée
- Syzygium aromaticum* (L.) Merrill et Perry, Myrtacée
Giroflier, mellifère.
- S. cordatum* Hochst. ex Krauss
Mellifère.
- S. Cumini* (L.) Skeels
Jambolan, prunier de Java. Mellifère.
- S. Jambos* (L.) Alston
Mellifère d'Asie tropicale et d'Australie dite prunier de Java ou jambolan. Petits fruits pourpres utilisés surtout en confitures et conserves. Réduit le sucre dans les urines.
- Tabebuia rosea* D.C., Bignoniacée
- Talguenea costata* Miers, Rhamnacée
- Tamarindus indica* L., Césalpiniacée
Tamarinier. Grand et bel arbre des zones sèches d'Afrique et d'Asie, aux fleurs mellifères. Cultivé pour ses grandes gousses à la pulpe douceâtre qui sont comestibles et surtout qui sont la source d'une boisson rafraîchissante sucrée et agréable bien que l'aspect en soit brunâtre et peu appétissant. Utilisé dans les curries et les chutneys. Propriétés antiscorbutiques. Non planté

- par beaucoup d'ethnies africaines parce qu'il se déplacerait la nuit et qu'une sorcière habillée de blanc y habiterait.
- Tamarix aphylla* Karst., Tamaricacée**
***T. nilotica* (Ehrenb.) Bunge**
- Tarchonanthus camphoratus* L., Composée**
 C'est l'arbre "leleshwa" du Kenya sous lequel ne pousse. Bovins et caprins mangent les feuilles bien qu'on dise qu'ils ne les aiment guère. Les caprins mangent les feuilles sèches à terre et les jeunes feuilles des basses branches. En saison sèche, les branches sont élaguées et mangées au sol. Les protéines brutes ont un taux de 11%, le Ca est acceptable (0.37%) mais le P est pauvre (0.10%). La plante est aromatique (6.7% d'extrait à l'éther!).
- Taxodium ascendens* Brongn., Taxodiacée**
 Faussement appelé "if" en Chine.
***T. distichum* (L.) Rich.**
 Cyprés chauve.
- Tecomella undulata* Seem., Bignoniacée**
***Tectona grandis* L., Verbénacée**
 Bois de très belles qualités, qui en fait une espèce très appréciée pour la construction, les navires, les ponts, les bordages, les parquets, le mobilier, les maisons, les pavés en bois, les traverses de chemin de fer, etc.
- Tephrosia alata*, erreur probable pour *T. elata***
***T. elata* Deflers**
***T. purpurea* Pers.**
***T. Vogelii* Hook. f.**
 D'Afrique tropicale. Herbe pérenne. Cultivée comme engrais vert et pour ses capacités d'enrichir le sol. Suggérée par certains auteurs comme un possible insecticide.
- Terminalia avicennioides* Guill. et Perr., Combrétacée**
 Africaine à feuilles fourragères. Racines donnent des colorants. Utilisé en pharmacopée. Bois durable, jaune, pour la construction, le feu et le charbon.
***T. bellerica* Roxb.**
***T. Brownii* Fresen.**
 Important fourrage de saison sèche dont les feuilles tombées sur le sol sont consommées par tous les animaux. L'écorce est quelquefois mangée par les bovins ainsi que les rameaux avec leurs feuilles; 0,82% de protéines dans les jeunes branches (avec feuilles et fruits).
***T. sericea* Burch.**
- Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast., Cupressacée**
 Grand arbre d'Afrique du Nord. Source de la résine sandarac, utilisée dans les laques, les peintures, la médecine et la photographie, et comme un encens. Bois très apprécié, mais l'espèce est en régression.
- Teucrium Polium* L., Labiacée**
***Themeda triandra* Forssk., Graminacée**
- Theobroma Cacao* L., Sterculiacée**
 Le cacaoyer.
- Thespesia populnea* Soland., Malvacée**
 Arbuste dont le bois est recommandé pour les constructions navales, les crosses de fusil, les piliers de pont, etc.
- Thuja occidentalis* L., Cupressacée**
 Thuja de l'ouest, cèdre blanc (au Canada).
- Tipuana Tipu* Lillo, Légumineuse**
***Toona ciliata* M.J. Roem., Méliacée**
 Toon ou toona. Grand arbre du sud-est asiatique au bon bois d'oeuvre utilisé aussi pour faire des boîtes à cigares. Mellifère. Utilisé en pharmacopée.
- Trema orientalis* Blume, Urticacée**
***Trevoa trinervia* Miers, Rhamnacée**
 Arbrisseau du Chili dont l'écorce est utilisée pour soigner des brûlures.
- Trichilia connaroides* (Wight et Arm.) Benth et Zelen., Méliacée**
***T. emetica* Vahl,**
***T. priureana* A. Juss.**
T. procureana* voir *T. priureana
- Trifolium pratense* L., Fabacée**
 Trèfle des prés.
***T. repens* L.**
 Trèfle rampant.
***T. subterraneum* L.**
- Triglochin maritimum* L., Joncaginacée**
 Herbe pérenne d'Australie dont les rhizomes sont quelquefois consommés.
- Triplochiton scleroxylon* K. Schum., Malvacée**
***Tripsacum laxum* Nash, Graminacée**
 Herbe du Guatemala.
- Uapaca kirkiana* Muell. Arg., Euphorbiacée**
***Ulex europaeus* L., Fabacée**
 Ajonc d'Europe, dont on broie quelquefois les rameaux entre des rouleaux pour en faire une poudre qu'on donne à manger au bétail.
- Ulmus minor* Miller, Ulmacée**
***Vaccinium Myrtillus* L., Vacciniacée**
***Vangueria infausta* Burch., Rubiacée**
V. tomentosa* Hochst. = *V. infausta
***Vernonia amygdalina* Del., Composée**
 Arbrisseau d'Afrique tropicale, quelquefois cultivé, dont les jeunes pousses sont mâchées comme tonique stomacal et apéritif.

Vetiveria nigriflora (Benth.) Stapf, Graminacée

Vigna sinensis Endl., Fabacée

Niébé.

Vitex agnus castus L., Verbénacée

Arbre méditerranéen très cultivé. Fruits et feuilles considérés comme un anti-aphrodisiaque. Jeunes rameaux tressés. Fruits employés comme substitut du poivre. Fleurs mellifères.

V. Doniana Sweet

V. payos (Lour.) Merrill

V. quinata Williams

"Chân chim" du Viet Nam, très utilisé pour son écorce tonique.

V. Rehmanni Guerke

Vitis vinifera L., Ampélidacée

Vigne.

Vochysia americana, Vochysiaceae

V. hondurensis Sprague

Withania somnifera (L.) Dunal, Solanacée

Source d'une drogue utilisée par la médecine ayurvédique, l'ashwagandha, narcotique et diurétique.

Xanthosoma sagittifolium (L.) Schott, Aracée Aroïdée

Les bulbes sont consommés cuits ou rôtis. Les jeunes feuilles sont consommées bouillies comme des épinards. Cultivée dans tous les pays tropicaux.

Ximenia americana L., Oliacée

Xylopia frutescens Aubl., Annonacée

D'Amérique tropicale. Les fruits servent de condiments et l'écorce sert à fabriquer des cordes.

Zizyphus abyssinica Hochst., Rhamnacée

Z. Lotus Lam.

Z. mauritiana Lam. (= *Z. orthacantha* DC. = *Z.*

Jujuba (L.) Lam. non Mill.)

Arbuste souvent buissonnant d'Afrique et d'Asie tropicales. Fleurs mellifères. Fruits comestibles susceptibles d'atteindre la taille d'une prune dans les variétés indiennes sélectionnées de longue date, comme "ber".

Z. mucronata Willd.

Mellifère dont les Musulmans utilisent les fruits pour faire des chapelets. Fruits comestibles. Décoction de racines contre les lombagos. Le taux de Ca atteint 4,68%!!

Z. nummularia D.C.

Les feuilles ou "pala" servent de fourrage en Inde.

Z. rotundifolia Lam.

Z. spina Christi (L.) Desf.

Arbrisseau aux fleurs mellifères dont les fruits sont consommables mais petits. Riches en vitamine C.

Zornia glochidiata Reichb. ex D.C., Fabacée

Très appréciée des équidés.

Annexe 2

Vocabulaire avec le sens utilisé dans le présent document

"Ainsi le nom est un instrument qui sert à instruire et à distinguer la réalité"

Platon, *Crayle*, para. 388 b

- N.B - 1. Les traductions marquées CD sont recommandées par Cleo DUNFORD et celles marquées CM par Chantal MARIOTTE, toutes deux interprètes internationales à Nairobi. On s'est appuyé aussi sur le travail de SCHMID-HAAS (1990).
2. On s'est limité aux significations qui ont trait aux techniques de l'élevage, des cultures et des forêts.

ABIOTIQUE adj. (Angl.: abiotic)

Qualifie un milieu sans vie, un milieu où les organismes vivants ne peuvent exister.

Le Conseil international de la langue française (CILF, 1976) fait justement remarquer que le terme est incorrect pour qualifier un facteur de l'environnement de nature physique ou chimique; dans ce cas il faut utiliser "non biotique".

ABONDANCE-DOMINANCE l.f. (Angl.: frequency)

Indice hétérogène utilisé en phytosociologie dans la description de communautés végétales, qui combine la densité des individus d'une espèce et le volume qu'ils occupent en fonction de leurs dimensions.

ABOT n.m. (Angl.: wood shackle)

Entraîne que l'on attache au pied d'un animal pour le retenir.

ABOUTAGE n.m. (Angl.: butt-jointing)

Assemblage bout à bout.

ABROUTISSEMENT n.m. (Angl.: browsing)

1. Action d'un animal consistant à brouter les rameaux, feuilles, bourgeons ou jeunes pousses de végétaux ligneux.

2. C'est aussi le résultat de cette action;
ex.: "L'abroutissement des acacias est très visible, après que les girafes y aient brouté".

ACCENSEMENT n.m.

Location de terre pour une très longue durée contre une (très petite) redevance.

ACCLIMATATION n.f. (Angl.: acclimatization, hardening, acclimation)

En biologie, adaptation d'un organisme vivant à un environnement nouveau (CILF, 1976).

D'après le Professeur Michel GODRON (comm. pers., 1990), le vieil AMOREUX en avait donné en 1809 une définition plus

savoureuse : "Acclimater: approprier (aux plantes) une culture convenable qui leur fasse oublier, s'il se peut, le pays dont elles sont originaires. Le complément de cette acclimation est marqué par la fleuraison, la fructification et la reproduction de l'espèce par ses propres semences."

ADAPTATION n.f. (Angl.: adaptation)

Processus et résultat de l'ajustement d'un organisme vivant, d'une société ou d'un matériel aux conditions d'un environnement donné.

D'après GODRON (lettre du 25 mai 1989): "Terme souvent utilisé pour mettre un nom sur notre ignorance. Son acception ne doit pas être limitée à la sélection naturelle au sens darwinien, mais couvrir l'action directe de l'environnement, c'est-à-dire la nature, le climat, etc., indépendamment de la sélection naturelle".

Pour une population, l'adaptation est marquée par "l'accroissement du nombre des individus les mieux adaptés" (CILF, 1976).

En biologie, l'adaptation se manifeste par des changements morphologiques ou physiologiques subis par les individus sous l'influence d'une modification de l'environnement.

E. TORQUEBIAU (comm. verb.) remarque : "L'adaptation biologique est une caractéristique d'un individu ou d'une population qui résulte d'un processus de sélection naturelle au sens darwinien, c'est-à-dire sous dépendance génétique" et il rappelle avec DOBSANSKY que rien n'a de sens en biologie qu'à la lumière de l'évolution.

AFFOUAGE n.m. (par feu ou par habitant) (Angl.: right to cut firewood, estovers)

Droit des habitants d'une commune de recevoir (quelquefois contre paiement) des produits de la forêt communale, notamment du bois de feu.

Droit d'affouage (Angl.: common of estovers).

AFFOURAGEMENT A L'AUGE l.m. (Angl.: cut-and-carry, stall feeding, stable feeding (CD), zero grazing (CM))

Syn. alimentation en stabulation fixe ou alimentation à l'étable, qui est moins bon car ce mode d'alimentation peut se pratiquer en plein air, par exemple dans des parcs partiellement couverts d'un hangar. Ce mode d'alimentation des animaux n'implique pas un local fermé.

Le terme quelquefois utilisé de zéro pâturage est peu élégant.

AGRICULTURE EN CORRIDORS l.f. (Angl.: corridor agriculture, corridor system)

Système de production agricole où les champs sont disposés en longues lanières perpendiculaires à une route ou à un chemin et divisées en parcelles où l'agriculteur suit un programme de culture imposé.

Ce système était fort pratiqué par les Belges en Afrique et se voit encore dans le tracé des champs au nord-ouest de Bujumbura par exemple.

AGRICULTURE EN COULOIRS l.f. (Angl.: *alley farming*)

Ensemble de systèmes agricoles où des couloirs ou allées sont créés entre des alignements de ligneux parallèles, formant haies, et cultivés.

Ils comprennent notamment l'association haies/cultures intercalaires, la culture en couloirs, l'élevage en couloirs.

A ne pas confondre avec l'agriculture en corridors. On dit aussi agriculture en allées.

AGRICULTURE MIXTE l.f. (Angl.: *mixed farming*)

Mode de mise en valeur agricole du sol où l'on pratique sur une même unité de mise en valeur l'agriculture proprement dite et la production animale.

AGRIFORESTERIE n.f. (Angl.: *agroforestry*)

Synonyme d'agroforesterie, et meilleur étymologiquement parlant, mais non consacré par l'usage.

AGRIFORÊT n.f. (Angl.: *agroforest*)

Agri-écosystème à peuplement ligneux dense, mélangé, fermé, et souvent pluristratifié, pouvant aussi comprendre des cultures saisonnières et des animaux.

Les espèces ligneuses sont celles de la forêt originelle voisine; Ces "forêts de plantes utiles" ressemblent du point de vue structurel à une forêt naturelle et sont bien connues en Asie du sud-est. Elles diffèrent un peu des forêts-jardins, plus artificielles.

Syn.: agriforêt: le terme "agriforêt" est préférable car il est d'usage dans un mot composé de mots d'origine latine de faire comme si le déterminant était au génitif masculin singulier de la deuxième déclinaison latine donc se terminant en -i; ainsi dit-on "sylviculture" et non "sylvaeculture": pareillement, on dira mariculture, aquaculture, ostréiculture, etc.

AGROPASTORALISME ou **AGROPASTORALISME** n.m. (Angl.: *agropastoralism*)

Système de production non agroforestier dont les composantes sont l'agriculture et l'élevage, en combinaison.

A noter que dans le terme "agropastoralisme", le mot pastoralisme a un sens différent de son sens habituel (voir plus loin).

Le terme "agripastoralisme" est préférable à "agropastoralisme" pour les mêmes raisons qu'"agriforêt" est préférable à "agroforêt".

AGRISYLVICULTURE n.f. (Angl.: *agrisilviculture*)

Système agroforestier associant une ou plusieurs cultures agricoles à des ligneux.

Les cultures agricoles peuvent comprendre des ligneux cultivés comme le caféier ou le cacaoyer.

AGRISYLVIPASTORALISME, l.m. (Angl.: *agrosilvopastoralism*)

Système agroforestier de production dont les composantes sont des ligneux, des productions animales et des productions végétales.

Les éléments d'un système agrisylvipastoral se succèdent souvent dans le temps sur la même parcelle; ainsi, dans le système dehesa, les animaux ne sont pas présents en même temps que les cultures.

ALIBILE, APPÉTISSANT ou **CONSOUMMABLE** adj. (Angl.: *palatable*)

Qui est consommable par les animaux et spécialement par le bétail, et propre à nourrir.

Termes de beaucoup préférables à palatable, qui n'est qu'un anglicisme. Consummable est plus juste.

ALIMENTS DU BÉTAIL, l.m.pl. (Angl.: *feed*)

Toutes les substances utilisées pour nourrir les animaux.

Ces aliments sont ou non d'origine végétale, naturels ou artificiels, et comprennent les fourrages, les concentrés.

ALLÉLOPATHIE n.f. (Angl.: *allelopathy*)

Interaction chimique entre deux organismes dans laquelle une fonction physiologique de l'un (germination, croissance, reproduction, etc.) est contrariée ou inhibée par une toxine émise par l'autre.

ALLOMONE n.f. (Angl.: *allomone*)

Signal (chimique) émis par un être vivant et ayant une conséquence positive, soit pour la défense soit pour l'attaque.

Ex. de défense: substances émises par les pins des régions tempérées pour se protéger des xylophages.

*Ex. d'attaque: l'acide formique des fourmis *Monomorium* qui tue les termites ... et aussi les mouches et les criquets.*

AMÉNAGEMENT n.m. (Angl.: ce n'est pas exactement *"management"*, qui traduit mieux *"gestion"*, mais qui reste le mot anglais le plus proche)

Ensemble des trois opérations par lesquelles un forestier décide du futur d'un peuplement forestier: inventaire, calcul de la possibilité, et détermination de la rotation.

(Pour plus de détails, cf. BAUMER et REY, 1974).

AMMONISATION (ou *"AMMONIFICATION"*) n.f. (Angl.: *ammonification*)

Stade de la nitrification au cours duquel la M.O. azotée devient de l'ammoniac sous l'action de micro-organismes.

ANALYSE APPROCHÉE l.f. (Angl.: *proximate analysis*)

Méthode d'analyse d'un grand nombre d'échantillons qui donne une mesure approchée des composants.

Méthode utilisée pour le fourrage ou les aliments du bétail en ce qui concerne cendres, matière azotée brute, extractif azoté, cellulose brute, extractif non azoté.

ANNUELLE n.f. (Angl.: *annual*)

Plante qui achève son cycle de végétation en moins de douze mois.

On doit préférer le mot "saisonnière" pour les raisons données par TORQUEBAU (1990b) lorsque le climat permet plus d'un cycle de végétation par an.

ANTI-APPÉTANT adj. ou n.m. (Angl.: *anti-feedant*)

"Substance ou préparation qui empêche, par inhibition des réflexes de mastication et de déglutition, la prise de nourriture, en particulier chez les Insectes, et qui peut être employée pour lutter contre ceux-ci" (C.I.F., 1976).

ANTI-NUTRITIF adj. ou n.m. (Angl.: *anti-nutritive substance*)

Substance chimique dont l'identité n'est pas toujours bien connue, existant dans certains fourrages et empêchant leur assimilation.

Les animaux nourris exclusivement ou avec de fortes proportions de ces fourrages ne prennent pas de poids.

APPÉTABILITÉ n.f. (Angl.: palatability)

Caractère d'un aliment qui peut être consommé.

APPÉTABLE adj. (Angl.: palatable)

Ayant la propriété de pouvoir être consommé.

APPÉTÉ, CONSOMMÉ adj. (Angl.: eaten)

Qui est consommé, volontiers.

APPÉTENCE n.f. (Angl.: appetency)

"Tendance qui porte l'être vers ce qui peut satisfaire ses besoins, ses instincts, ses penchants naturels" (ROBERT, 1985).

APPÉTISSANT adj. (Angl.: appetizing)

Qui met en appétit, dont on a envie.

APPÉTIT n.m. (singulier) (Angl.: appetite)

"Désir de nourriture, plaisir que l'on trouve à manger" (ROBERT, 1985).

APPÉTITS n.m. (pluriel) (Angl.: greed, appetite)

"Mouvement qui porte à rechercher ce qui peut satisfaire un besoin organique, un instinct" (ROBERT, 1985).

Ex.: *appétits naturels, appétits sexuels*" (ROBERT, 1985). (Sexual appetite - CD)

AQUICULTURE n.f. (Angl.: aquaculture)

Aménagement et mise en valeur de milieux aquatiques en vue de la production commerciale d'espèces animales ou végétales par la maîtrise partielle ou totale de leur cycle biologique.

La serriculture, culture des crevettes, est un exemple avec de l'eau de mer, et la valliculture, culture des bas-fonds vaseux, est un exemple avec de l'eau douce ou saumâtre.

AQUIFORESTERIE ou AQUISYLVICULTURE n.f. (Angl.: aquasilviculture)

Ensemble de systèmes agroforestiers pour la production concurrente d'animaux aquatiques (poissons, huîtres, crevettes, etc.) et de ligneux.

Ex.: *la production de crevettes dans les racines des palétuviers de mangrove au Vietnam; la production des huîtres à Mombasa, au Kenya.*

ARBORÉ adj. (Angl.: with trees, arborescent)

Se dit d'une terre ou d'un type de végétation où les arbres occupent de 10 à 40% de la surface, avec ou sans autres ligneux. Si les arbres ont une couverture inférieure à 10%, on dira "... avec arbres isolés (ou clairsemés)" (Angl.: with isolated trees). Pour ROBERT (1985) arboré "se dit d'un paysage parsemé de boqueteaux ou d'arbres isolés; ex.: savane arborée". Nous n'acceptons pas cette définition et distinguons la savane à boqueteaux de la savane arborée.

ARBORESCENT adj. (Angl.: arborescent)

Qui, par la forme, rappelle un arbre.

Ex.: un corail arborescent.

ARBORISATION n.f.

Action de planter des arbres dans un paysage (néologisme).

Se dit aussi d'un entraînement à l'identification des arbres; par ex.: une tournée d'arborisation.

ARBRE n.m. (Angl.: tree)

Grand végétal ligneux à une seule tige, s'élevant à plus de 7 mètres.

J.J. ROUSSEAU (1781) insistait déjà sur la grandeur et sur le caractère unicaulaire: "Plante d'une grandeur considérable, qui

n'a qu'un seul et principal tronc divisé en maîtresses branches". On notera aussi que dans de nombreux documents agriforestiers on utilise "arbres" dans le sens de "ligneux" pour définir l'ensemble des "arbres, arbustes, arbrisseaux et sous-arbrisseaux". Cette acception du terme était donnée par LECOQ et JULLET qui écrivaient (1831): "le mot arbre comprend tous les végétaux à tige ligneuse; il est opposé au mot herbe, par lequel on désigne tous les végétaux à tige herbacée" (cité par DAGET et GODRON, 1979: 29).

ARBRISSEAU n.m. (Angl.: shrub)

Ligneux multicaulaire (ramifié dès la base), ordinairement de moins de 7 mètres de haut.

Dérivé de arbrisseau, c'était à l'origine un petit arbre, un arbuste jusque vers 1850.

ARBRISSELLÉ adj. (Angl.: with shrubs, shrubby)

Où les arbrisseaux occupent de 10 à 40% de la surface totale. Si les arbrisseaux occupent moins de 10% de la surface, on dira "... avec arbrisseaux isolés".

(L'adjectif arbrisselé est dérivé du vieux français "arbrissel" pour "arbrisseau", qu'on trouve notamment dans une oeuvre du Moyen-Âge "Berte aux grands pieds" éditée en 1832 par PAULIN, fide LITTRE (1962)).

ARBUSTE n.m. (Angl.: small tree, mais aussi arborescent shrub, voire hush)

Végétal ligneux monocaulaire de moins de 7 mètres de haut. Cependant, le Littré cite Olivier de SERRES (1600): "...herbes et arbustes odorans: comme thym, serpolet, lavande, aspic et semblables"; c'est que jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, "arbuste" était utilisé pour "arbrisseau" et inversement: c'est ainsi que POTTEAU et de VILMORIN (1840) définissaient l'arbuste comme un "végétal ligneux ne s'élevant que de 1 à 3 pieds" (le pied mesurant 32,4 cm) et l'arbrisseau comme un "végétal ligneux ne s'élevant que de 4 à 20 pieds", tandis que LECOQ et JULLET (1831) précisaient:

"... Les arbrisseaux ne diffèrent des arbres proprement dits que par leur tige ramifiée dès la base et leur hauteur moins considérable; ils portent des bourgeons à l'aisselle de leurs feuilles; c'est par ce dernier caractère que les arbrisseaux diffèrent des arbustes" (p. 52);

"... Les arbustes diffèrent des sous-arbrisseaux par leur tige qui est toute ligneuse, et non herbacée à ses extrémités, des arbrisseaux par leur taille généralement plus petite et l'absence des bourgeons axillaires" (p. 53);

"... On confond en général les sous-arbrisseaux avec les arbustes; les sous-arbrisseaux se font reconnaître à leur tige seulement ligneuse à la base, qui est dure et persistante, tandis que les ramifications qui sont herbacées, meurent et se renouvellent chaque année" (p. 52).

ARBUSTÉ

adj. 1. (Angl.: bushy)

Où les arbustes occupent de 10 à 40% de la surface, avec ou sans arbrisseaux.

Si les arbustes couvrent moins de 10% de la surface, on dira "... avec arbustes isolés".

adj. 2. (Angl.: with small trees) Syn.: arbusatif.

Cependant nous préférons utiliser arbusatif se rapportant à une plante isolée, dans le sens "qui ressemble à un arbuste, qui fait penser à un arbuste." et arbusaté se rapportant à un type de

végétation: par ex.: "une pseudo-steppe arbustée," mais "un chrysanthème arbustif".

ARCHITECTURE DES VÉGÉTAUX l.f. (Angl.: **plant architectonic**)

Discipline qui étudie les modèles architecturaux des plantes, comment elles se ramifient et occupent l'espace.

D'après HALLÉ et al. (1970, 1978) : "L'architecture d'une plante est l'expression morphologique visible de son programme génétique à un moment donné, ce programme déterminant des phases architecturales successives. Le programme de croissance s'appelle le modèle architectural".

ASSIMILABLE adj. (Angl.: **assimilable**)

En matière de nutrition, qualifie ce qui est digestible et se transforme par synthèse ou par hydrolyse en un produit utile pour l'organisme et se fixant dans les tissus.

Ex. (pour l'Homme) : la plupart des acides aminés, le glucose; mais l'amidon n'est pas directement assimilé, la présence d'une diastase (l'amylase) est nécessaire pour son assimilation.

ASSOCIATION HAIES/CULTURES INTERCALAIRES l.f. (Angl.: **hedgerow intercropping**)

Culture en couloirs où les lignes parallèles de ligneux sont des haies.

C'est un cas particulier de culture en couloirs; cette association est aussi un cas particulier de culture en bandes, où l'une des bandes est une haie. A ne pas confondre avec le système en corridor ou agriculture en corridors.

AUMAILLES (BÊTES) l.f.pl. (Angl.: **bovines**)

Bêtes à cornes domestiques, surtout bovins (expression vieillie).

AUTOUR n.m. (Angl.: **goshawk**)

Oiseau rapace voisin de l'épervier.

BARRIÈRE n.f.

Assemblage de pièces de bois, de métal qui ferme un passage, sert de clôture (Angl.: **barrier**)

Spécialement, porte qui fermait l'entrée d'une ville, d'un château (Angl.: **gate**).

Par extension, barrière naturelle : obstacle naturel qui s'oppose au passage (Angl.: **barrier, natural barrier**).

N.B. En anglais, "gate" est une clôture mobile, "fence" est une clôture fixe (CM).

Dans un sens plus général ce qui sépare, ce qui fait obstacle (Angl.: **barrier, ou fence**).

Ex.: "the trade barriers", les barrières douanières; mais "to be on the other side of the fence", être de l'autre côté de la barrière.

BIOMASSE n.f. (Angl.: **biomass**)

"Quantité totale de matière organique à un moment donné" (MAC FADYEN, 1966).

D'autres définitions ont été données, telles que :

"Masse de matériel vivant par unité de surface" (LEMÉE, 1967),

"Quantidade de materia viva produzida" (ALMACA, 1970),

"Masse de matière vivante, animale ou végétale, de la surface du globe terrestre" (ROBERT, 1985),

"Poids ou quantité totale d'organismes vivants d'une espèce animale ou végétale par unité de surface (biomasse spécifique) ou de toutes les espèces de la communauté (biomasse totale, ou

biomasse communautaire). On appelle vif sur pied le nombre d'organismes, ou la biomasse, sur une surface donnée à un moment donné. La quantité totale de matière organique produite par des organismes vivants en un temps donné et sur une surface donnée, ou productivité, se mesure d'habitude en unités d'énergie, par ex. en joules par mètre carré et par an" (THE NEW ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA).

BISANUELLE n.f. (Angl.: **bi-annual plant**)

Plante dont le cycle de croissance s'étend sur deux années. C'est un cas particulier de plante pérenne.

BOEUF n.m.

(Angl.: **beef** pour la viande de boeuf, ox pour l'animal de trait, **bullock** pour l'animal de boucherie adulte, **steer**, quand il s'agit d'un houvillon, **beeve** pour un boeuf à l'engrais, **biteren** pour le boeuf des marais, qui est un oiseau, **zebu** quand il s'agit du boeuf à bosse)

Mâle adulte castré d'une espèce bovine.

BOISE adj. (Angl.: **wooded**)

Couvert de bois, de forêts.

BOUQUET (D'ARBRES) l.m. (Angl.: **clump of trees**)

"Groupe équienne ou sensiblement équienne d'arbres de dimensions voisines, d'une surface de quelques ares à quelques dizaines d'ares.

Remarque : un petit bouquet d'arbres, notamment lorsqu'il est isolé d'un peuplement forestier important, est un "boqueteau ou bosquet" (MÉTRO, 1975).

BOUTURE n.f. (Angl.: **cutting, ou plus rarement sett**)

Morceau de tige d'une plante utilisé pour la propagation végétative.

BROUSSE n.f. (Angl.: **bush**)

Type de végétation arbustée et/ou arbrissellée plus ou moins dégradée, des pays tropicaux (ROBERT, 1985).

Le terme est imprécis, aussi doit-on lui préférer, suivant les cas, des expressions comme : savane densément arbrissellée, pseudo-steppe dégradée à arbustes isolés et arbrissellée, etc. Dans le langage colonial, le mot désignait une grande étendue plus ou moins régulièrement couverte de broussailles, une région africaine éloignée des centres urbains et plus ou moins inculte ou considérée comme telle.

Étymol.: du provençal "brouso", broussaille.

BROUT n.m. (Angl.: **browse, shoot**)

"Jeunes pousses feuillées des taillis" (A.C.C.T., 1977). Ce mot est vieilli dans son sens général pour lequel on utilisait aussi "broute" ou "broutille".

Mais, pour les pastoralistes, il désigne le fourrage provenant de ligneux (Angl.: **browse**), essentiellement fourrage vert (feuilles, rameaux, bourgeons, fleurs, jeunes fruits) produit sur les jeunes pousses mais aussi, par extension, autres parties de ligneux consommées par les animaux, même tombées à terre (fruits mûrs, écorce).

Le terme nous paraît préférable à "pâturage aérien" ou à "pâturage ligneux" parce qu'il y a du brout au ras du sol (sous-arbrisseaux p.ex) et du brout qui n'est pas ligneux (feuilles p.ex.).

BROUTAGE n.m. (Angl.: browsing)

Action de consommer du fourrage de ligneux, de brouter (Angl.: **to browse**).

BROUTARD n.m. (Angl.: weaned calf or weaned sheep, weaner)

Veau ou mouton sevré ayant déjà commencé de paître.

BUISSON n.m. (Angl.: bush)

Arbrisseau bas et très rameux dès sa base. (A. de CANDOLLE in LECOQ et JUILLET (1831), cités par DAGET et GODRON, 1979).

Donc plus ou moins synonyme de "sous-arbrisseau".

Par ailleurs, l'expression "en buisson" se rapporte à la forme du végétal : c'est une forme touffue, base, très ramifiée (POITEAU et VILMORIN, 1840) et peut s'appliquer à des arbustes, voire à des arbres.

BULBE n.m. (Angl.: bulb)

Organe souterrain massif de réserve et de multiplication chez de nombreuses Monocotylédones.

CAÏEU n.m. (Angl.: bulblet)

Petit bourgeon qui se forme autour d'un bulbe et entraîne la formation d'un ou plusieurs bulbes nouveaux.

CANTON DEFENSABLE l. f.

Partie de la forêt où les arbres sont assez gros pour que le pâturage soit autorisé.

CAPACITE DE CHARGE l.f. (Angl.: carrying capacity)

Nombre ou poids maximum d'organismes animaux d'une espèce ou d'un type déterminés qui peuvent être maintenus en bonne condition, normalement pendant une année, dans un environnement déterminé sans entraîner sa dégradation et sans que la production baisse.

Cf. Annexe 3.

La capacité de charge est donnée habituellement par hectare.

CELLULOSE BRUTE (C.B.) l. f. (Angl.: crude fiber, C.F.)

Résidu d'une attaque d'un échantillon de fourrage par un réactif tri-acide concentré (acétique, trichloracétique, nitrique) pendant 30 minutes sous ébullition (LE HOUTEROU, 1980 b).

CENDRES n.f.pl. (Angl.: ashes)

Résidu minéral de l'analyse de fourrages.

CERCLAGE n.m. (Angl.: banding)

Action d'entourer le tronc d'un ligneux avec un matériau ou un dispositif qui empêche le passage des insectes ou le passage ou l'approche par des animaux.

CERNAGE n.n. (Angl.: undercutting, mais aussi root pruning et, quand on arrache les racines, root ranching)

"Opération qui consiste, en pépinière, à cerner, c'est-à-dire à sectionner sur place, à l'aide d'un instrument tranchant (bêche ou autre), les pivots et racines latérales trop développés des systèmes radiculaires de certains plants, afin de favoriser le développement de racines superficielles dites chevelu" (MÉTRO, 1975).

Cette opération, qui se pratique en enfonçant la bêche obliquement dans le sol, facilite le transfert des plants avant la plantation et leur reprise. L'élagage de racines latérales peut également être pratiqué par SOULEVAGE (voir ce mot).

CHABLIS n.m. (Angl.: windfall, snowfall, hailfall wood)

Arbre renversé ou brisé par le vent, la neige ou le givre.

On appelle aussi chablis un vin blanc sec de la région de Chablis, département de l'Yonne (France). Le vignoble, installé par les moines de l'abbaye de Pontigny, existe depuis le XI^{ème} siècle.

CHAMEPHYTE n.f. (Angl.: chamaephyte)

Plante ayant ses bourgeons de régénération entre la surface du sol et une hauteur de 25 cm.

Terme de la classification de RAUNKIAER (1934), élaborée pour des régions à saison défavorable froide.

CHAMPART n.m.

1. Blé, orge ou seigle, ou bien champ où l'on pratique l'une de ces cultures (Angl.: **cereal fodder**).

2. Droit féodal qu'avaient les seigneurs de lever une partie de la récolte de leurs tenanciers (ROBERT, 1985) (Angl.: **champart**).

CHAMPOYAGE n.m.

Le champoyage était anciennement le droit de vaine pâture. *La coutume du Nivernais indique : "la vaine pâture s'exerce sur les chemins, prés - en prairies dépaillées -, terres, bois et autres héritages, non enclos ni fermés, excepté toutefois quand les dits héritages sont de défens par la coutume". Dans d'autres coutumes (Boulonnais, Avalon, Troyes, Vitry, Blois, etc.) sont mentionnées plus précisément "les bois de haute futaie et les bois taillis, après le quatrième bourgeon" (le cinquième dans certaines coutumes)" (BECHMANN, 1984). Ce droit n'était pas limité, et d'ailleurs imprécis en forêt. Les périodes de vaine pâture étaient définies mais très nombreuses. Ainsi, 3 jours après la moisson, admettait-on les poules, qui enlevaient les "mauvaises herbes".*

CHANDELLE n.f. (Angl.: snag)

Nom de la partie de la tige d'un chablis qui reste debout.

Syn.: On dit aussi "chandelier" ou "chicot".

CHASSEUR-CUEILLEUR l.m. (Angl.: hunter-gatherer)

Homme qui vit de chasse et de ramassage de produits végétaux comestibles.

CHAUME n.m. (Angl.: straw)

1. Tige d'une Graminée (Angl.: **culm**)

C'est le premier sens donné par le Petit Robert (1985) qui est toutefois un peu restrictif. "tige des céréales".

2. Partie de la tige des céréales qui reste sur pied après la moisson (Angl.: **stubble**).

C'est le sens le plus courant.

3. (surtout au pluriel) Champ où la tige des céréales est encore sur pied après la moisson.

Syn.: *éteule*.

4. Tiges séchées de Graminées qui couvrent le toit des maisons (Angl.: **thatch**).

CHAUMER v. (Angl.: to stubble)

Arracher ou couper le chaume qui reste dans un champ après la moisson.

CHOROLOGIE n.f. (Angl.: chorology)

Etude de la dispersion et de la répartition des êtres vivants.

CIME n.f. (Angl.: crown)

Extrémité supérieure d'un arbre, comprenant tige, branches et feuilles, ou d'une plante en général.

CLÔTURE VIVANTE l.f. (Angl.: living fence)

Clôture dont les pieux sont des ligneux vivants, reliés entre eux par d'autres matériaux.

COEFFICIENT D'ENCOMBREMENT (C.E.) l.m. (Angl.: space factor)

Rapport M.S. / U.F. de la matière sèche aux unités fourragères.

COMPATIBILITE n.f. (Angl.: compatibility)

Capacité de deux ou plusieurs espèces à vivre ensemble harmonieusement.

CONSOMMABLE adj. (Angl.: palatable)

Qui peut être mangé, absorbé, consommé.

CONTENU EN SEMENCES l. m. (Angl.: pure live seed content)

Rapport à 100 du produit du pourcentage de la pureté des semences par le pouvoir germinatif.

CORMUS n.m. (Angl.: corm)

Rhizome des glaïeuls, des crocus, etc., ayant l'apparence d'un bulbe.

Mot préférable à corne, qui désigne le fruit du sorbier domestique.

CULTURE n.f.

1. Action de cultiver la terre (Angl.: cultivation)
 2. *Par extension*, terres cultivées (Angl.: arable land)
 3. Action de cultiver un végétal (Angl.: plant-growing, cultivation)
 4. Produit de l'action de cultiver (Angl.: crop)
 5. *Par extension*, aide au développement, à la croissance (Angl.: culture; ex.: microbial culture, culture microbienne)
- N.B. - Le C.I.L.F. définit (1976) la culture comme " le développement ou l'exploitation d'une ressource biologique à l'aide de techniques destinées à accroître ou améliorer les produits qu'on en attend "

II. (Fig.) 1. Développement de certaines facultés de l'esprit par des exercices intellectuels appropriés (Angl.: culture, mais on dira " knowledge of philosophy, of literature, general knowledge)

2. Ensemble des aspects intellectuels d'une civilisation (Angl.: culture)

3. Culture physique : *développement méthodique du corps par des exercices gradués* (Angl.: physical training).

N.B. - En anglais "culture" s'emploie aussi pour désigner de petits élevages.

Ex.: silkworm culture, la sériciculture; oyster culture, l'ostreiculture.

Mais on utilise aussi "farm" dans le même sens; ex.: a trout farm, un élevage de truites; a poultry farm, un élevage de volailles.

CULTURE DÉROBÉE l.f. (Angl.: catch crop)

Culture de quelques semaines faite dans l'intervalle de cultures principales (ROBERT, 1985).

CULTURE DE SÉCURITÉ l.f. (Angl.: security crop) ou**CULTURE DE BASE ou CULTURE D'ASSURANCE.**

Culture donnant à une exploitation une sécurité économique.

CULTURE EN BANDES l.f. (Angl.: belt cropping)

Culture en bandes alternées larges de plusieurs rangs (au moins pour les cultures herbacées), chaque bande formant un ruban parallèle aux bandes voisines.

Les bandes sont normalement disposées suivant les courbes de niveau (Angl.: contour line). Lorsque les bandes sont assez étroites pour que les plantes d'une bande aient un impact agronomique sur celles des bandes voisines, on parle de culture en lamères (Angl.: strip cropping). (ANDREWS et KASSAM, 1976). Il s'agit souvent d'une alternance de bandes d'une céréale et d'une culture fourragère, mais il peut y avoir des bandes plantées de ligneux; si une bande de ligneux est réduite à une haie, on est dans une association haies/cultures intercalaires (cf. agriculture en couloirs).

CULTURE EN CORRIDORS l.f. (Angl.: corridor cropping)

Système de colonisation où les terres sont découpées en longues bandes perpendiculairement à une route. Chaque bande, de longueur indéterminée, appartient à un allocataire qui y construit sa maison. Les bandes sont découpées en autant de morceaux qu'il y a de cultures. La plupart des cultures sont imposées. Ce système a été beaucoup utilisé par les Belges, notamment au Burundi.

CULTURE EN COULOIRS l.f. (Angl.: alley cropping, hedgerow intercropping)

Dit aussi culture intercalée entre les haies, et cultures en allées. Technique agricole où des cultures herbacées généralement annuelles sont cultivées entre des lignes parallèles de ligneux pérennes habituellement en courbes de niveau (ZANSTRKA, 1981).

La culture en couloirs est un cas particulier d'agriculture en couloirs; si les ligneux sont abroués sur pied par le bétail, on parle d'élevage en couloirs (mais le problème du maintien de la fertilité des sols étant presque partout primordial, il est généralement préférable d'utiliser la biomasse des haies à reconstituer directement la fertilité du sol plutôt qu'à nourrir des animaux, dont, par ailleurs, le piétinement endommage le sol): l'élevage en couloirs est ainsi un cas particulier de culture en couloirs.

CULTURE EN LIGNES l.f. (Angl.: line cropping)

Forme de culture où la plante cultivée est disposée suivant des lignes parallèles (BEETS, 1982).

S'il y a plusieurs cultures ainsi disposées, on parle de cultures mélangées en lignes.

CULTURE EN RELAI l.f. (Angl.: relay cropping)

Plantation ou semis d'une culture entre les rangs ou, le plus souvent, entre les individus d'une autre culture déjà installée et pendant la phase de croissance de celle-ci (BEETS, 1982).

CULTURE EN ROTATION l.f. (Angl.: rotational cropping)

Forme d'agriculture où se succèdent sur un même terrain des cultures (et éventuellement des jachères) dans un ordre déterminé. *Cette succession, ou cycle cultural, peut durer plusieurs années; en fin de cycle, on recommence la succession.*

CULTURE ÉTAGÉE l.f.pl. (Angl.: multistorey cropping)

Combinaison de culture de plusieurs espèces comprenant des annuelles et ou des pérennes, sous un étage dominant de pérennes.

Ex. sous des Hevea brasiliensis, culture de Theobroma Cacao et de Pennisetum sp.

CULTURE ITINÉRANTE l.f. (Angl.: *shifting cultivation*)

Système de culture agricole assez primitif, pratiqué sous les tropiques, consistant à couper totalement ou partiellement les types de végétation arboré, à les brûler, puis à y semer ou planter des récoltes, pendant une ou plusieurs années, avant de se déplacer pour recommencer ailleurs (d'après MÉTRO, 1975). Il existe de nombreux termes locaux pour désigner ce système.

CULTURE MÉLANGÉE, CULTURE MIXTE l.f. (Angl.: *mixed cropping, intercropping*)

Forme de mise en valeur agricole du sol où l'on cultive simultanément ou presque plusieurs cultures sur la même parcelle (BEETS, 1982).

CULTURE MÉLANGÉE EN LIGNES ET EN VRAC l.f.

Mélange de cultures où toutes ne sont pas en lignes.

CULTURE MÉLANGÉE EN LIGNES l.f. (Angl.: *row intercropping*)

Forme de mise en valeur agricole du sol où l'on cultive simultanément ou presque simultanément plusieurs cultures en lignes sur la même parcelle. De chaque culture, il peut y avoir une ou plusieurs lignes (BEETS, 1982).

CULTURES EN ASSOLEMENT OU CULTURE-PRAIRIE

ASSOLÉES l.f. (Angl.: *ley farming*)

Système cultural alternant une prairie temporaire artificielle avec une ou plusieurs autres cultures. On dit aussi cultures à prairies assolées.

CULTURES EN CONTINU l.f. (Angl.: *continuous cropping*)

Cultures de plantes annuelles en succession continu, sans repos saisonnier (LEATHERDALE, 1982).

CULTURES EN RELAIS l.f.pl. (Angl.: *relay cropping*)

Forme de mise en valeur agricole du sol où l'on installe une culture entre les rangs ou entre les plantes d'une autre culture déjà en place, alors que celle-ci est encore en période de croissance (BEETS, 1982).

CULTURES EN ROTATION l.f.pl. (Angl.: *rotational cropping*)

Culture répétitive d'une succession ordonnée de plantes (avec ou sans jachère) sur le même terrain. Un cycle comprend généralement plusieurs années (ANDREWS et KASSAM, 1976).

CULTURES EN SÉQUENCE l.f.pl. (Angl.: *sequential cropping*)

Faire pousser plus d'une culture sur la même parcelle, chaque culture commençant son cycle à un moment différent. Ce genre de cultures ne peut se faire que sous les tropiques où les températures sont suffisantes toute l'année (BEETS, 1982).

CULTURES INTERCALAIRES l.f. (Angl.: *intercropping*)

Cultures qui s'intercalent entre d'autres. Pour RUTHENBERG (1980), c'est la culture simultanée ou presque de deux ou plusieurs cultures en lignes alternées tandis que "interculture" est la culture de plantes herbacées saisonnières sous des plantes pérennes.

CULTURE SUR BRÛLIS l.f. (Angl.: *swidden cultivation*)

Mode de culture itinérante où l'on coupe et brûle la végétation naturelle avant de semer; on y conserve quelquefois des espèces ligneuses considérées comme utiles.

C'est aussi la parcelle cultivée suivant cette méthode: *ex. me*

(parcelle de) culture sur brûlis. Beaucoup de noms locaux existent, comme "tavy" à Madagascar, "kaingin" aux Philippines, "chena" au Sri Lanka.

DÉBOISEMENT n.m. (Angl.: *deforestation*)

Défini par le CILF (1976) comme la "destruction de la forêt qui peut conduire à une dégradation profonde des conditions d'environnement". Pour d'autres, c'est couper et enlever tous les arbres d'une certaine surface pour ensuite consacrer le terrain à des objectifs non-forestiers. Terme très souvent employé avec des significations différentes, comme l'a montré notamment HAMMON (1988).

DÉBROUSSAILLEMENT n.m. (Angl.: *slashing, ground clearance*)

1. Action de débroussailler, d'enlever les broussailles et tout ce qui gêne la plantation ou le reboisement d'un terrain, plus spécialement aux sous-étages.

2. Résultat du débroussaillage (sens 1).

DÉCHAUMER v. (Angl.: *to plow up the stubble*)

Débarrasser (le sol) du chaume en l'enfouissant partiellement pour faire germer les graines des mauvaises herbes et faciliter la pénétration de l'eau.

DÉCORTICAGE n. m. (Angl.: *hulling*)

Opération par laquelle on dégage une graine de son enveloppe. Se dit en particulier de la séparation des semences de Légumineuses de leur gousse.

DÉSERT n.m. (Angl.: *desert*)

1. Tout lieu inhabité.

2. Zone très sèche, aride, et inhabitée, chaude ou froide.

Le désert commence lorsque les conditions climatiques sont hostiles à la végétation, soit par excès de sécheresse, soit par excès de froid... Des formes de transition entre le désert, d'une part, et les baysements et les herbages d'autre part, sont appelées semi-déserts.

DÉSERTIFICATION n.f. (Angl.: *desertification*)

Passage de conditions arides à des conditions hyperarides, sous l'action de l'homme.

D'autres sens ont été donnés, notamment depuis UNCOD, la Conférence des Nations unies sur la désertification, sur lesquels on trouvera de nombreux commentaires dans BAUMER (1988).

DIGESTE adj. (Angl.: *digestible*)

Qui se digère bien.

DIGESTIBILITÉ n.f. (Angl.: *digestibility*)

Propriété de se bien digérer.

La digestibilité du fourrage pâturé peut se mesurer à l'aide d'indicateurs. Elle est alors donnée par la formule:

$$\text{digestibilité} = \frac{\text{indie, dans les fèces} - \text{indie, dans l'aliment}}{\text{indie, dans les fèces}} \times 100$$

Parmi les indicateurs usuels, la lignine, la silice et le chromogène sont naturels; parmi les indicateurs artificiels, l'oxyde de chrome est le plus utilisé, mais aussi l'oxyde de fer, l'oxyde de titane, le sulfate de baryum, les traceurs radio-actifs.

La digestibilité de la matière sèche est quelquefois appelée "valeur D" (Angl.: *D value*).

DIGESTIBLE adj. (Angl.: digestible)

Dans le domaine de la nutrition, qualifie ce qui se digère bien et qui passe dans le sang au travers de la paroi intestinale, soit 90 à 95% des aliments.

Ex. (pour l'Homme) : vitamines; la cellulose n'est pas digestible par l'Homme, l'amidon l'est, le saccharose aussi. La digestibilité apparente est la différence entre les aliments qui sont absorbés et les fèces qui sont éliminées. La digestibilité vraie est la différence entre les aliments absorbés et la partie des fèces provenant de ces aliments (on exclut donc des fèces des cellules intestinales mortes, les Bactéries, les résidus de jus digestifs, etc.).

DRAGEON n.m. (Angl.: root sucker)

Tige adventive naissant sur une racine traçante.

DRAVIÈRES n.f.pl.

Mélange fourrager de Graminées et de Légumineuses à consommer en vert.

On dit aussi "dragées", "bavélade", "mélarde".

DRÈCHE n.f. (Angl.: brewing draft)

"Résidu de l'orge, après soutirage du moût, en brasserie" (ROBERT, 1985).

DURABILITÉ n.f. (Angl.: sustainability)

Cf. viabilité, pérennité, mais soutenable n'a en aucun cas ce sens.

1. Caractère de ce qui est durable (ROBERT, 1985).

2. Capacité de durer, de se maintenir, ce qui présuppose l'absence d'effet négatif sur les ressources de base; il peut même y avoir amélioration de ces ressources.

ÉBOURGEONNAGE n.m. (Angl.: bud pruning)

Opération qui consiste à éliminer les bourgeons latéraux d'une tige de façon qu'ils ne forment pas de branches.

ÉBRANCHAGE n.m. (Angl.: lopping, trimming out)

1. Couper une (ou des) branche(s) d'une arbre, opération qui est pratiquée notamment aussitôt avant ou après l'abattage.

N.B. En Amérique du nord, lopping désigne aussi l'action de réduire en menus morceaux sur une coupe les branches, rameaux et tiges inutilisables; c'est le façonnage-épandage.

2. Résultat de l'action d'ébrancher.

(sens 1 et 2 d'après MÉTRO, 1975).

ÉCIMAGE n.m. (Angl.: cutting the head)

Action d'écimer, c'est-à-dire de couper la cime, la partie supérieure (d'un arbre, d'une plante), ce qui favorise la croissance des organes inférieurs.

Syn.: étiéer.

Hist.: Attesté en 1564.

ÉCOBUER v. (Angl.: to burn beat)

"Peler (la terre) en arrachant les mottes, avec les herbes et les racines, que l'on brûle ensuite pour fertiliser le sol avec les cendres" (ROBERT, 1985).

Cette opération, exigeante en main d'oeuvre, est moins répandue que l'essartage.

ÉCOLE ZURICHO-MONPELLIÈRAINE I.F (Angl.: Zurich-Montpellier School)

Ecole de botanistes représentée par BRAUN-BLANQUET, RÜBEL, TUXEN, etc., qui a publié surtout à Montpellier et à Zurich et

dont FLAHAUT, EMBERGER, GAUSSEN, SAUVAGE ont précisé et amélioré les concepts.

Les termes qui expriment ceux-ci peuvent prêter à des erreurs de traduction :

présence se traduit par constancy, ou frequency (U.S.A.)

degré de présence par presence

abondance par frequency

abondance-dominance par frequency

abondance chiffrée par abundance

dominance par dominance

sociabilité par sociability

constance par permanency, ou constancy

recouvrement par coverage.

ÉCORÇAGE n.m. (Angl.: debarking ou unbarking)

Opération consistant à enlever l'écorce d'un arbre ou d'un bois rond abattu.

Se fait à la main par un ouvrier écorçeur ou avec une écorçeuse (d'après MÉTRO, 1975).

ÉCORÇEUR n.m. (Angl.: rosser)

Ouvrier qui effectue l'écorçage.

ÉCORÇEUSE n.f. (Angl.: rosser)

Machine à écorcer.

ÉCOULEMENT SUR ÉCORCE l.m. (Angl.: stem flow)

1. Ruissellement de l'eau s'écoulant le long du tronc d'un ligneux.

2. Quantité d'eau ainsi écoulee.

ÉGOBELAGE n.m. (Angl.: cornering, laying in)

"Opération qui consiste à réduire la patte d'un arbre, notamment en découpant l'aubier tout autour du tronc, afin de diminuer les risques de fente du fût au moment de la chute lors de l'abattage" (MÉTRO, 1975).

ÉHOUPPAGE n.m. (Angl.: topping)

Certains dictionnaires, comme le LITTRÉ, écrivent à tort "éhoupage" alors que le mot vient de "houppes, houppier" (ou les deux P se prononcent).

1. Action de couper le houppier.

Cette action se pratique notamment avant l'abattage de l'arbre, pour réduire les dégâts qu'il peut créer en tombant, soit à d'autres arbres, soit à des lignes électriques, à des bâtiments, à des clôtures; l'éhouppage diminue aussi les risques de fente du tronc lorsque l'arbre s'abat. Un arbre éhouppé est dit "deshonoré".

2. Le résultat de l'action décrite en (1).

ÉLAGAGE n.m. (Angl.: pruning)

Action de couper et d'éliminer les pousses superflues d'une plante, y compris éventuellement les racines.

Notamment, coupe, à proximité ou au ras du tronc, des branches latérales, vivantes ou mortes (ou d'une partie des fourches) d'un arbre (notamment dans une plantation) de façon à améliorer ce dernier et (ou) le bois qu'il donnera.

REM.:

1.) L'élagage des branches vivantes se dit en anglais green pruning qui correspondrait à "élagage en vert", et l'élagage des branches mortes dry pruning qui correspondrait à "élagage en sec";

2.) L'élagage pratiqué jusqu'à la hauteur que la main d'un

homme peut atteindre est dit "élagage à hauteur d'homme"; au-dessus c'est un "élagage élevé"; l'élagage dans une plantation peut porter sur tous les arbres, c'est un "élagage sélectif"; 3.) Un élagage des branches basses destiné seulement à dégager le sous-bois, par ex. pour y faciliter la circulation, est parfois appelé "élagage de dégagement".

ÉLAGAGE CHIMIQUE l.m. (Angl.: chemical pruning)

Élagage réalisé par application de substances chimiques, par ex. de régulateurs de croissance, sur des arbres vivants, de façon à tuer, supprimer ou inhiber les pousses latérales.

ÉLAGAGE DES RACINES LATÉRALES -

Voir CERNAGE, SOULEVAGE.

ÉLAGAGE NATUREL l.m. (Angl.: natural pruning)

Phénomène qui se passe dans un peuplement forestier dont les tiges principales sont progressivement débarrassées de leurs branches latérales, soit que ces dernières meurent naturellement par suite du manque de lumière ou d'eau, soit qu'elles soient brisées ou désintégrées par les agents atmosphériques ou par toute autre cause (pourriture). L'A.C.C.T. (1977 : 59) écrit : "Processus de destruction lent et naturel des branches latérales du fût sans l'action du couvert"

ÉLÉMENTS DIGESTIBLES TOTAUX (E.D.T.) l.m.pl. (Angl.: total digestible nutrients, T.D.N.)

Total donné par la formule:

M.A.D. + 2,25 M.G.D. + E.N.A.D. + C.B.D.

ou :

M.O.D. + 1,25 M.G.D.

Le T.D.N. multiplié par 3,65 pour les ruminants, par 4,1 pour les porcs et les ruminants non sevrés, et par 4,2 pour les volailles, donne l'énergie métabolisable de l'aliment. Dans le cas de volailles, le T.D.N. ne comprend pas la cellulose.

Ex.: un fourrage contenant 840 g de matière sèche, 600 g de matière organique digestible dont 8 g de matière grasse digestible par kg de matière sèche, fournira chez un bovin $(600 + (8 \times 1,25)) \times 3,65 = 2227$ calories d'énergie métabolisable par kg de matière sèche pour un ruminant. (Min. de la coop. techn., 1974 : 878).

ÉMONDAGE n.m.

(1) (Angl.: pollarding, ou trimming)

"Élagage au sens large, mais étymologiquement élaguer c'est retrancher, tandis qu'émonder c'est rendre net, rendre propre, non seulement en éliminant certaines branches au ras du tronc, mais en coupant aussi l'extrémité des branches ou des rameaux, à la périphérie de la cime." (MÉTRO, 1975)

Par exemple, on émonde les fûts de peuplier pour que les billes de pied produisent du bois sans noeud, propre à être déroulé. On appelle "arbres d'émonde" ceux - souvent alignés en bordure de champs - (ormes, frênes, oliviers,) dont on coupe les rameaux feuillés pour en nourrir le bétail. REM.:

(1) La tonte d'un arbre ou d'une haie, pour lui donner une silhouette artistique correspond à l'anglais *topiary*;

(2) Un arbre émondé sur toute la hauteur de sa tige pour en obtenir des rameaux ou du feuillage est "un arbre d'émonde"; un arbre dont on a coupé la tige à une faible hauteur pour en obtenir certains des rejets ou du feuillage est un têtard; le bois de certains vieux têtards (= broussin de têtard) peut donner des effets décoratifs.

(2) (Angl.: trimming out)

Opération culturale qui consiste à émonder, c.à.d. supprimer les pousses ou bourgeons (= ébourgeonnage) latéraux d'un jeune plant.

ÉPHÉMÈRE n.f. (Angl.: ephemeral)

Plante saisonnière à cycle court apparaissant en saison humide.

ÉQUIVALENT FOURRAGER l.m. (Angl.: fodder equivalent)

Quantité d'un aliment qui donne la même énergie nette qu'un kilogramme d'orge.

C'est l'inverse du nombre d'unités fourragères.

ESSARTAGE, ou SARTAGE ou (vieilli), ESSARTEMENT n.m. (Angl.: grubbing, clearing of the ground)

Opération qui consiste à déboiser un terrain soit en coupant ou en arrachant (au buteur p.ex.), soit en brûlant les ligneux, et à le mettre en culture.

Souvent, les deux méthodes sont combinées; on coupe ou on arrache d'abord, puis on brûle les bois, les feuilles et les résidus, généralement après les avoir mis en tas ou en lignes. Se dit notamment du défrichement en bordure des voies de communication, mais on utilise de plus en plus dans ce cas le mot "essartement". Le but de l'essartage est généralement de transformer un terrain boisé en un terrain agricole permanent ou temporaire; s'il s'agit d'une mise en culture permanente, l'essartage s'accompagne alors d'autres opérations, comme le dessouchage (Angl.: stumping, stump extraction), ou l'épierrage (ou épierrement) (Angl.: clearing of stones; N.B. - "Clearing" désigne notamment, en foresterie, une opération de dégagement, une coupe de dégagement, technique sylvicole d'élimination des végétaux indésirables au profit des arbres les meilleurs, qu'on veut garder); il peut alors faire place à l'écobuage, plus exigeant en main d'oeuvre. Syn: défrichement, débroussaillage.

ESSARTEMENT n.m. (Angl.: grubbing, cultivated orest enclave, clearing of the ground)

Terme plutôt juridique qui désigne l'"obligation pour les propriétaires de forêts d'arracher les bois et les broussailles sur les bords des routes nationales ou départementales qui traversent ces forêts" (ROBERT, 1985).

Le mot, comme "essarts", désigne aussi "la bande ainsi défrichée le long des routes" (ROBERT, 1985).

ÉTÊTAGE n.m. (Angl.: top pruning, pollarding, topping)

Action de couper la tête d'un arbre.

L'étêtage est moins complet que l'éhouppage. Celui-ci enlève tout le houppier alors que l'étêtage n'enlève que la partie supérieure du houppier.

Ex.: on étêtera un épicéa sous une ligne électrique pour que sa cime ne touche pas la ligne, mais on l'éhouppera avant de l'abattre pour que, en tombant, il abîme le moins possible les arbustes décoratifs d'un jardin au milieu desquels il pousse.

ÉTEULE n.f. (Angl.: stubble)

C'est le chaume qui reste sur place après la moisson (terme vieilli).

Du bas-latin *stipulas*, dérivé du classique *stipula* = tige des céréales.

EXPLOITATION (AGRICOLE) l.f. (Angl.: farm, farmstead)

"Unité économique où s'expriment les objectifs, se prennent des décisions, se hiérarchisent les contraintes et sont mis en

oeuvre les différents facteurs de la production agricole" (GROUZIS *et al.*, 1982).

C'est au niveau de l'exploitation que les résultats prennent un sens, assurant ou non la réalisation des objectifs.

N.B. - Si le mot *ferme*, dans le sens d'exploitation agricole, se traduit par "farm", il se traduit par "farmhouse" lorsqu'il désigne l'habitation des exploitants.

Cf. N.B. après "culture".

Donner ses terres à ferme se dit "to farm out one's land", et prendre une propriété à ferme se dit "to take a farm lease on a property".

"A funny farm" est, au figuré, une maison de fous, et "health farm" un centre de mise en condition physique.

EXTRACTIF NON AZOTÉ (E.N.A.) l.m. (Angl.: nitrogen-free extract, N.F.E.)

Formé essentiellement de glucides, c'est, dans une analyse de fourrage, la différence :

100 - (P.B. + C.B. - M.G. + Min.) où : P.B. est la matière azotée brute, C.B. la cellulose brute, M.G. les matières grasses brutes, et Min. les minéraux totaux.

FAÇONNAGE-ÉPANDAGE n.m. (Angl.: lopping and scattering)

Travail forestier consistant à réduire en menus morceaux les résidants après une exploitation et à les épandre sur le sol pour qu'ils s'y décomposent en formant de l'humus.

Cf. le N.B. après "ébranchage".

FACTEUR DE NON MISE EN CULTURE l. m.

Facteur L = (C+j) : C dû à ALLAN (1965) où L est fonction du nombre C d'années de mise en culture et du nombre j d'années de jachère.

On obtient la suite théorique :

- cultures itinérantes 10*
- cultures récurrentes de longue durée 7 à 10*
- de moyenne durée 5 à 7*
- de durée brève 3 à 5*
- cultures semi-permanentes 2,5 à 3*
- cultures permanentes 2.*

Ce facteur a souvent été appelé facteur d'utilisation des terres.

FANAGE n.m.

1. Action de faner, une des opérations de la fenaison (Angl.: *tossing*, ou *tedding* (of hay)).

2. Le foin résultant de cette action (Angl.: *haulm*, hay).
Hist.: attesté dès 1312 (ROBERT, 1985 : 757).

FANE n.f. (Angl.: tops ou haulm)

Tige et/ou feuille de certaines plantes potagères herbacées dont on consomme une autre partie (carotte, radis, pomme de terre, haricot,...).

Les fanes sont assez souvent utilisées comme fourrage (lapins notamment) ou comme litière (d'après ROBERT, 1985).

Hist.: Attesté dès 1385 dans le sens de "feuille sèche".

FANER v.

1. Retourner (un végétal fauché) pour faire sécher (Angl.: *to toss hay*, *to ted hay*)

Absolument : jurer les foin.

2.1. Faire perdre (à une plante) sa fraîcheur. *Par ext. altérer dans son éclat, sa fraîcheur.* (Angl.: *to fade*).

2.2. Couramment, se faner se dit des plantes qui sèchent et meurent, en perdant leur couleur, leur consistance. *Et au figuré :*

perdre sa fraîcheur, son éclat (Angl.: *to fade*, ou, s'il s'agit des seins, *to shrink*).

Hist.: Dérivé du mot "fener" attesté au XIV^{ème} siècle.

FENAIISON n.f.

1. Action de couper et de récolter les foin (Angl.: *hay making*, *haying*).

2. Période de ce travail. (Angl.: *haymaking time*, *hay time*) (ROBERT, 1985).

Hist.: Attesté dès 1240; dérivé de *fener*, ancienne forme de *faner*.

FEU FROID l.m. (Angl.: cold burn)

Feu d'herbes à combustion lente qui détruit les herbes sèches mais cause le minimum de dégâts aux plantes vivantes.

FIXATION DE L'AZOTE l.f. (Angl.: nitrogen fixation)

Transformation de l'azote minéral atmosphérique en une forme combinée sous l'action de bactéries et d'algues dites fixatrices d'azote.

On appelle aussi fixateurs d'azote les végétaux ligneux dont les racines possèdent des glomérules de bactéries fixatrices d'azote.

FLAMAND n. m. (Angl.: human manure)

Engrais humain.

FOIN n.m. (Angl.: hay)

Herbe des prairies fauchée et séchée.

On transforme l'herbe en foin pour qu'elle se conserve un certain temps en conservant une partie de ses qualités nutritives. Le mot désigne aussi l'herbe destinée à donner du foin et prête à être fauchée.

FOIN SUR PIED l.m. (Angl.: foggage, standing hay)

Herbe réservée dans un système de pâturage différé.

FORBE n.f. (Angl.: forb)

Le mot a été calqué sur l'anglais "forb".

Ce terme n'existe pas dans les dictionnaires ou glossaires suivants: DAYDON-JACKSON (1928), WECK (1966), Ministry of Agriculture and Fisheries of the Netherlands (1970), STEEN (1971), le Shorter Oxford Dictionary (1973), BOURKE (1974), HAENSCH et HABERKAMP (1975), le Dictionnaire d'agriculture (1977), le WEBSTER'S (1977), le Petit ROBERT (1985), DAGET et GODRON (1979), The Concise English Dictionary (1982), le Lexique des Nations unies (1982), MARTIN (1983), QUEMADA (1983), DALAL-CLAYTON (1985) et Le Petit Larousse en couleurs (1986), qui sont dans la bibliothèque de l'ICRAF, ni dans le Larousse agricole de 1981 édité par CLEMENT.

"Les forbes sont des plantes herbacées à feuilles larges, comme le trèfle (*Trifolium*), les hélianthes (*Helianthus*), les fougères, les gentianes (*Asclepias*), etc. D'ordinaire, toutes les plantes herbacées non graminoides sont comprises dans les forbes" (UNESCO, 1973).

Nous y incluons les bananiers, les Zingibéracées et Aracées à port dressé et de grande taille. On trouve aussi une définition dans COLLOCOT et DOBSON (1976), dans HUXLEY (1986) et dans HENDERSON (1979). Les forbes ne doivent pas être confondues avec les graminoides, qui ont des feuilles étroites.

Cf. aussi l'orthographe phorbe chez DESCOINGS (1976).

FORÊT n.f. (Angl.: forest)

Type de végétation fermée où les arbres, en une ou plusieurs strates, sont dominants et sont concurrents par leurs frondaisons et par leurs appareils radiculaires, et où il n'y a pas en général de tapis graminéen continu (d'après LOMESCO et SAUVAGE, 1962).

Cette définition introduit une notion physiologique de concurrence dans la description physionomique des types de végétation par rapport à la définition classique donnée à Yangambi et à celles de forêt dense et de forêt claire données par l'UNESCO (1973). ZENTILLI (1989) définit la forêt comme une communauté d'organismes vivants - essentiellement des arbres - couvrant une grande surface de terres et vivant en relations étroites entre eux mêmes et avec le sol, l'eau, l'air et la lumière, et les utilisant tout ensemble et avec leurs propres résidus, pour grandir, se reproduire et mourir, tout en donnant à l'homme une profusion de biens et de services.

Cf. "savane arborée" et "recouvrement".

FORÊT BASSE l.f. (Angl.: low forest)

Type de végétation arbustée où les ligneux couvrent le sol sur au moins 75% de sa surface.

ex.: les mieux fermées des gommierettes à Acacia Senegal L. par exemple au Kordofan (Rép. du Soudan).

FORÊT BASSE CLAIRE l.f. (Angl.: low woodland)

Type de végétation formée d'arbustes, la plupart des cimes ne se touchant pas les unes les autres, mais couvrant au moins 40% et moins de 75% de la surface, avec ou sans synusie herbacée.

FORÊT BASSE DENSE l.f. (Angl.: closed low forest or low dense forest)

Type de végétation formée d'arbustes avec la plupart des cimes jointives.

FORÊT CLAIRE l.f. (Angl.: woodland)

Peuplement d'arbres ouvert (Angl.: *open stand of trees*). Plus précisément, type de végétation formé d'arbres ou d'arbustes d'au moins 5 m de haut, la plupart des cimes ne se touchant pas les unes les autres, ou exceptionnellement, mais couvrant au moins 40% de la surface, avec synusie herbacée en général mais quelquefois sans.

N.B. - La limite de 40% de couverture est commode car elle peut être évaluée facilement : lorsque la couverture arborée est de 40%, la distance entre deux houppiers est égale au rayon moyen d'un houppier. Si la couverture arborée est inférieure à 40%, avec une synusie herbacée, on parle de savane arborée, de prairie arborée, de steppe arborée ou de pseudo-steppe arborée.

S'il y a une synusie herbacée mais que la projection verticale de la canopée recouvre moins de 40% de la surface du sol, se reporter à la classe V des types de végétation de l'UNESCO (1973) : végétation herbacée.

Comme pour la forêt dense on distingue 3 sous-classes de forêt claire :

II A. *Surtout sempervirente* (Angl.: *evergreen woodland*)

II B. *Surtout décidue* (Angl.: *deciduous woodland*)

II C. *Extrêmement xéromorphe* (Angl.: *xeromorphic woodland*).

FORÊT DÉCIDUE l.f. (Angl.: deciduous forest)

Forêt formée d'arbres à feuilles caduques.

Les feuilles caduques ont une durée de vie assez brève, de

l'ordre en général d'une saison de végétation (du printemps à l'automne en hémisphère boréale), et se détachent après la mort des tissus du pétiole.

FORÊT DE MOUSSON l.f. (Angl.: monsoon forest)

"Forêt des régions caractérisées par l'influence prédominante d'une saison très fortement pluvieuse et par la présence d'essences qui perdent leurs feuilles pendant au moins une partie de la saison sèche" (MÉTRO, 1975).

FORÊT DENSE l.f. (Angl.: dense forest, closed forest)

Type de végétation formé d'arbres (ou d'arbustes d'au moins 5 m de haut) avec des cimes jointives.

Cette définition nous a paru préférable à celle de l'UNESCO (1973) : "type de végétation formé d'arbres d'une taille supérieure à 5 mètres avec des cimes jointives", étant donné que nous adoptons 7 m comme hauteur distinguant des arbres des arbustes, conformément aux enseignements de Philibert GUNIER et de René ROL à l'École nationale des Eaux et Forêts de Nancy, de Roger HEIM et d'André AUBREVILLE au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris, de Louis EMBERGER et de Charles SAUVAGE à l'Institut botanique de Montpellier. Cependant, dans certains stades de jeunesse, la taille peut être inférieure, parce que les arbres n'ont pas encore atteint leur plein développement. De même, dans des conditions marginales, la taille des arbres constituant la forêt peut être réduite : ainsi dans les conditions nordiques, la forêt subpolaire, qui précède la toundra, peut-elle avoir une canopée aussi basse que 3 ou 4 mètres.

Trois sous-classes peuvent être distinguées dans la classe de la forêt dense :

I.A. *Surtout sempervirente* (Angl.: *mainly evergreen forest*), "dont la strate arborée n'est jamais défoliée, bien que des arbres isolés puissent perdre leurs feuilles" (UNESCO, 1973);

I.B. *Surtout décidue* (Angl.: *mainly deciduous forest*) où "la majorité des arbres perdent leur feuillage en même temps pendant la saison défavorable" (UNESCO, 1973);

I.C. *Extrêmement xéromorphe* (Angl.: *extremely xeromorphic forest*) formée de "peuplements denses de phanérophytes xéromorphes, telles que les arbres bouteille, (les) arbres en touffe à feuilles succulentes et (les) plantes succulentes dressées. Strate inférieure à arbustes présentant des adaptations xéromorphiques comparables, chamaephytes succulentes et hémicryptophytes herbacées, géophytes et thérophytes. Souvent, passage progressif à la forêt claire" (UNESCO, 1973).

Syn.: *forêt fermée* (Angl.: *closed forest*)

Antinon.: *forêt claire*

FORÊT ÉPINEUSE l.f. (Angl.: thorn forest)

Type de végétation fermée ou presque, formé d'arbustes et/ou d'arbrisseaux épineux.

FORÊT FERMÉE cf. FORÊT DENSE**FORÊT-JARDIN l.f. (Angl.: Forest-garden, comme pour jardin-forêt)**

Agri-écosystème à peuplement ligneux dense, mélangé, généralement fermé et pluristratifié, comprenant des cultures et des animaux; les espèces ligneuses qui le composent sont des espèces de la forêt originelle voisine ou des espèces importées. La forêt-jardin est plus artificielle que l'agri-forêt.

FORÊT JARDINÉE l.f. (Angl.: selection forest)

Forêt irrégulière, traitée par jardinage, c'est-à-dire où se trouvent théoriquement en un lieu donné toutes les classes d'âge, soit pied à pied, soit par bouquets.

FORÊT PRIMITIVE l.f. (Angl.: primeval forest)

Forêt originelle, naturelle, non modifiée par des influences extérieures, humaines en particulier.

FORÊT-PARC l.f. (Angl.: parkland, park forest)

Type de végétation où des petits peuplements forestiers parsèment la savane ou la savane basse formant un paysage discontinu. Se dit aussi d'un type de végétation où les houppiers des arbres, assez régulièrement répartis, ne se touchent qu'exceptionnellement, comme dans les peuplements à karité ou à néré de la région sahélienne.

TROCHAIN (1957) la définit ainsi : "Aspect inverse de la savane à boqueteaux, c'est-à-dire que les bosquets sont remplacés par de véritables petits peuplements forestiers, qui constituent le paysage dominant, séparés par des couloirs de savanes". Le fourré-parc est un type de végétation voisin.

FORÊT RÉSINEUSE l.f. (Angl.: softwood forest)

Forêt d'arbres appartenant à la classe des Gymnospermes.

FORÊT SCLÉROPHYLLE l.f. (Angl.: sclerophyllous forest)

"Forêt caractérisée par la prédominance d'espèces à feuilles relativement dures, coriaces, petites, persistant pendant la saison la moins favorable à la croissance, soit en climat froid et humide, soit en climat chaud et sec" (MÉTRO, 1975).

FORÊT SECONDAIRE l.f. (Angl.: secondary forest, ou second growth forest)

"Peuplement forestier qui s'établit naturellement après quelque intervention importante sur le peuplement forestier existant antérieurement" (MÉTRO, 1975).

Cette intervention peut être une coupe rase, une grave incendie, une attaque d'insectes.

Remarque : terme souvent utilisé pour la forêt tropicale et subtropicale où le nouveau peuplement est souvent différent, en composition et caractère, de celui qu'il remplace, ou bien pour la forêt qui reprend possession de champs anciennement cultivés" (MÉTRO, 1975).

FORÊT VIERGE l.f. (Angl.: virgin forest)

"Forêt naturelle pratiquement non influencée par les influences humaines" (MÉTRO, 1975).

Remarque : "il n'est pas impossible qu'une forêt secondaire soit parfois, selon cette définition, une forêt vierge" (ainsi, p.ex., d'une forêt primitive dont la structure et la composition floristique auraient été modifiées par une éruption volcanique) (MÉTRO, 1975).

FORMATION n.f.

1. Sens original : action de former, de se former; manière dont une chose se forme ou est formée (Angl.: **training**).

Par extension :

2. (Angl.: **formation**) Ce qui est formé.

D'où :

2a. Géologie : couche de terrain d'origine définie.

2b. Botanique (phytogéographie) : ensemble de végétaux présentant une forme analogue, ou paysage qu'ils forment; dans ce sens, le terme présente des défauts qu'ALLORGE (1921 et 1922) a soulignés; il faut lui préférer "type de végétation" (GAUSSEN,

1954; TROCHAIN, 1955; IONESCO et SAUVAGE, 1962; BAUMER, 1968). FLAHAULT (1900) écrivait déjà "... ne sachant à quelle opinion me rallier et quelle signification donner à ce mot, je ne l'ai jamais employé" (cité par DAGET et GODRON, 1979).

Cf. "Type de végétation".

2c. Anatomie végétale : ensemble de tissus analogues, ou type de plan ligneux.

Il y a d'autres sens :

3. Éducation intellectuelle et morale.

4. (Militaire)

4.1. Configuration que prend une troupe, ou un groupe de navires ou d'avions (Angl.: **disposition**).

4.2. Ces unités militaires ainsi formées (Angl.: **formation**).

FOURRAGE n.m. (Angl.: fodder)

Aliments du bétail d'origine végétale, mais n'ayant pas reçu d'additifs ni subi de transformation industrielle autre qu'un éventuel séchage.

*On parle alors de fourrage sec (Angl.: **dry fodder**). Le fourrage sec, qui inclut le foin (Angl.: **hay**), peut avoir été séché naturellement ou artificiellement; il s'oppose au fourrage vert (Angl.: **forage ou green fodder**) qui est pâturé sur place ou coupé pour être consommé à l'état frais à l'étable. Les fourrages comprennent en particulier :*

-les épis de maïs fourrager, (Angl.: **fodder corn** aux U.S.A. ou **fodder maize**);

-les maïs fourrage (plante entière consommée en vert), (Angl.: **forage maize**, ou (U.S.A.) **forage corn**);

-les cultures fourragères (Angl.: **fodder crops**): souvent des Légumineuses, mais aussi des Graminées - voir alors "céréales fourragères" et "fourrages de Graminées cultivés" - ou bien des tubéreuses - voir "racines et tubercules fourragers";

-les céréales fourragères, comme certains sorghos ou le maïs/fourrage;

-les fourrages de Graminées, verts ou secs, naturels ou cultivés;

-les Légumineuses fourragères, vertes ou sèches, naturelles ou, le plus souvent, cultivées;

-les racines et tubercules fourragers, comme les betteraves fourragères, les navets fourragers (Angl.: **roots, tubers**).

FOURRAGÈRE n.f.

1. Champ consacré à la production de fourrage. (Angl.: **field sown with fodder crop**).

2. Cadre ou charette pour le transport du fourrage. (Angl. **hay cart**).

FOURRÉ n.m. (Angl.: thicket ou quelquefois bush)

Type de végétation surtout arbrassée, quelquefois arbustée, fermée, difficilement pénétrable. C'est aussi dans une forêt régulière le stade intermédiaire entre le semis et le gaulis. *Les fourrés ont des branches basses qui rendent leur pénétration difficile.*

FOURRÉ À HALOPHYTES l.m. (Angl.: halophytic bush)

Fourré où les halophytes ligneuses couvrent plus de 40 % de la surface.

Cf. "*pseudosteppe ligneuse salée*" et "*fourré tigré*".

FOURRÉ BAS À HALOPHYTES I.m. (Angl.: low halophytic bush)

Type de végétation constitué de sous-arbrisseaux halophytes et quelquefois de petits arbrisseaux halophytes, qui couvrent au moins 50% de la surface.

FOURRÉ CLAIR I.m. (Angl.: open bush)

Type de végétation formé de petits arbustes, surtout d'arbrisseaux, et éventuellement de sous-arbrisseaux, dont la plupart des cimes ne se touchent pas, mais qui couvrent au moins 40% de la superficie, avec ou sans synusie herbacée.

FOURRÉ DENSE I.m. (Angl.: closed bush)

Type de végétation formé de petits arbustes, mais surtout d'arbrisseaux et éventuellement de sous-arbrisseaux souvent épineux et avec des cimes jointives, où la pénétration est ordinairement difficile.

FOURRÉ GUÉPARDÉ I.m. (Angl.: cheetah bush)

Fourré en taches plus ou moins circulaires, quelquefois évidées, séparées les unes des autres par des plages sans végétation ou à végétation herbacée.

Une vue en plan évoque le pelage d'un guépard.

FOURRÉ-PARC I.m. (Angl.: bush park)

Type de végétation semblable à la forêt-parc mais où les bosquets ne sont pas constitués par des arbres mais par des arbustes ou des arbrisseaux assez serrés pour gêner ou empêcher la pénétration, et souvent épineux.

Ces bosquets qui couvrent plus de 50% de la surface sont séparés par des couloirs irréguliers ou des plages de savane (BAUMER, 1968).

Cf. "savane à fourrés".

FOURRÉ TIGRÉ I.m. (Angl.: striped bush, tiger bush)

Type de végétation formé de plages allongées à petits arbustes ou par des arbrisseaux alternant avec des plages sans ligneux, voire nues, suivant une disposition qui, vue en plan, évoque les rayures d'un tigre.

Sur la photographie aérienne, le fourré tigré se présente comme des alternances de plages claires et de plages foncées suivant de grands dessins de lignes parallèles un peu en zig-zag; les plages claires et foncées correspondent à de très légères différences d'altitude; ce sont tantôt les plages claires qui sont le plus élevées, tantôt les plages foncées; les plages foncées correspondent aux zones couvertes par le fourré et les plages claires à des zones de végétation herbacée ou sans aucune végétation. Ainsi, dans certaines dépressions sur sol fin brunière du Sahel, les fourrés d'Acacia mellifera (Vahl) Benth. forment des tigrures sombres tandis que des microdunes plus sableuses ne sont couvertes que de Graminées. Par contre, d'autres fourrés sont situés sur les sols les plus grossiers formant une microdune par rapport aux sols gris blanchâtre de calcaire lacustre qui les environnent; le fourré est souvent alors constitué par de grandes halophytes ligneuses: de tels fourrés, s'ils sont très bas, forment transition avec certains types de pseudo-steppes succulentes; nous les appelons "fourrés à halophytes" ou "pseudosteppes ligneuses salées" suivant que dominant (plus de 50% de couverture) les ligneux ou les graminoides et les forbes.

FRUTICÉE n.f. (Angl.: shrubbery)

La fruticée est une type de végétation surtout composé de phanérophytes ligneuses plus ou moins cespitueuses de 0,5 à 5m de haut.

Dans le système de classement des types de végétation de l'UNESCO (1973), la fruticée constitue la classe n°3.

Les subdivisions suivantes peuvent être introduites dans la classe :

III (1). *Fruticée buissonneuse, (Angl.: shrubland) où la plupart des individus ne se touchent pas les uns les autres et où une strate graminéenne est très fréquente.*

III (2). *Fourrés, (Angl.: thicket). Fruticée où les individus, arbustes et/ou arbrisseaux, sont entremêlés, et dont la densité du couvert empêche souvent le développement d'une strate graminéenne.*

Dans chacune de ces subdivisions, on distingue les mêmes trois sous-classes que pour les classes I et II, à savoir:

A- *surtout sempervirente (Angl.: evergreen scrub)*

B- *surtout décidue (Angl.: deciduous scrub)*

C- *extrêmement xérophile. (Angl.: xeromorphic scrub).*

Lorsque la fruticée n'atteint pas 50 cm de hauteur, on parle de fruticée naine (voir ce terme).

FRUTICÉE NAINE I.f. (et types de végétation analogues)

Type de végétation n'excédant pas 50 cm de haut surtout composé de phanérophytes ligneuses cespitueuses. On distingue trois subdivisions:

IV(1) - *Fruticée naine buissonneuse (Angl.: low shrubland) où les buissons sont plus ou moins isolés les uns des autres, ou en petites touffes, sans que la surface du sol soit couverte de mousses ou de lichens;*

IV(2) - *Fourrés nains. (Angl.: low thickets) où les buissons ont leurs branches entremêlées;*

IV(3) - *Végétation cryptogamique avec des buissons nains, souvent isolés les uns des autres, avec la surface du sol densément couverte de mousses ou de lichens; dans le cas de tourbières, des types de végétation graminoides peuvent prédominer localement.*

La fruticée naine et les types de végétation analogues forment la quatrième classe des types de végétation (UNESCO, 1973). Dans chacune de ces subdivisions, existent des sous-classes qui sont les mêmes que pour la fruticée, la forêt dense ou la forêt claire, à savoir : sempervirente (Angl.: evergreen), décidue (Angl.: deciduous) et xéromorphe (Angl.: xeromorphic).

GÉNISSE n.f. (Angl.: heifer)

Femelle bovine qui n'a pas encore eu de petits.

GÉOPHYTE n.f. (Angl.: geophyte)

Plante herbacée dont la forme de conservation pendant la saison de repos est située bien en-dessous de la surface du sol. Cette forme peut être par exemple un bulbe, un rhizome ou un oignon. Terme de la classification de RAUNKIAER.

GRAMINÉE n.m. (Angl.: gramen)

Plante de la famille des Graminacées (on dit aussi Graminées). Plante phanérogame angiosperme à tige non lignifiée cylindrique, à fleurs peu apparentes et verdâtres généralement, groupées en épillets, dont l'axe porte des bractées appelées glumes et glumelles.

GRAMINÉEN adj. (Angl.: graminaceous)

Qui est formé de Graminées.

Ex.: tapis graminéen

N.B. : Le mot n'existe pas dans le Petit Robert (1985).

GRAMINIFORME adj. (Angl.: graminiform p.p.: l'adjectif anglais traduit aussi l'adj. français graminioïde p.p.)

Qui ressemble à une Graminée.

GRAMINOÏDE

1. n.f. (Angl.: graminoid)

Les graminioïdes constituent un groupe de plantes graminiformes qui comprennent toutes les Graminées herbacées et les autres plantes d'aspect herbacé comme les laïches (*Carex*), les juncs (*Juncus*), les massettes (*Typha*), etc. (d'après UNESCO, 1973). Les graminioïdes ont des feuilles étroites, au contraire des forbes.

2. adj. (Angl.: graminiform)

Qui a l'aspect d'une graminioïde.

N.B. - Le mot n'est pas signalé dans le Petit Robert.

GREFFON n.m. (Angl.: graft)

Partie d'un végétal que l'on implante sur un autre.

GRENAGE (ou GRAINAGE) n.m. (Angl.: granulation, granulating, shotting)

Action de réduire en grains.

GRENAISON n.f. (Angl.: seeding; corning se dit pour les céréales surtout aux États-Unis d'Amérique)

Formation du grain chez les Graminées.

HAIE n.f. (Angl.: hedge, hedgerow)

Alignement serré, le plus souvent sur une seule ligne d'arbrisseaux, d'arbustes et parfois d'arbres.

La haie est fréquemment installée sur une levée de terre ou en bordure d'un fossé. Elle sert souvent de clôture, de limite, voire de brise-vent, et peut contribuer à la production de bois, ou de fourrage, ou même de fruits. Les haies caractérisent les pays de bocage (d'après I.D.F.). A ne pas confondre avec "clôture vivante".

HALOPHILE n.f. (Angl.: halophytic)

Qui tolère une forte salinité du sol et/ou de l'eau.

Se dit surtout d'une plante.

HALOPHYTE n.f. (Angl.: halophyte)

Plante halophile.

Toute halophyte présente des caractères xéromorphes, mais à la différence d'une plante xérophyte, elle n'est pas capable de supporter une sécheresse prolongée. Beaucoup, comme les salicornes et les soudes, ont un aspect de plante grasse.

HARDÉ n.m.

Sol halomorphe à complexe absorbant atérialisé et à profil différencié impropre à la culture, et avec une végétation ligneuse peu abondante.

Terme du nord du Cameroun.

HÉMICRYPTOPHYTE n.f. (Angl.: hemicryptophyte)

Plante herbacée dont la forme de conservation pendant la saison de repos est recouverte (par ex. par de la litière) mais sans être enfouie dans le sol.

Il s'agit d'un terme de la classification de RAUNKIAER.

HERBAGE n.m.

1. Type de végétation herbacée naturel.

Le terme est utilisé abusivement, sous l'influence de l'anglais, comme synonyme de prairie (Angl.: grassland).

2. Surface où se trouve ce type de végétation (Angl.: herbage).

3. Herbes et en particulier Graminées qui composent ce type de végétation (Angl.: grass).

HERBE n.f.

1. Petite plante phanérogame non ligneuse à cycle saisonnier le plus fréquemment, généralement peu élevée. (Angl.: grass). *Des Graminées tropicales peuvent atteindre plusieurs mètres de haut. N.B. - Une mauvaise herbe se dit "weed" et "l'herbe" dans le sens de drogue, de marijuana par exemple, se dit "pot".*

2. Végétation naturelle de plantes herbacées où dominent les Graminées (Angl.: grass).

3. Plante herbacée utilisée comme condiment ou comme aromate (Angl.: herb).

N.B. - Le mot "herb" sans qualificatif se traduit souvent par "épice", et "herb tea" est une tisane. Cf. N.B.1 après "plante".

HOUPE n.f. (Angl.: crown)

Extrémité de la cime.

HOUPIER n.m. (Angl.: crown)

1. Ensemble des branches, des rameaux et du feuillage d'un arbre. La partie supérieure en est la cime.

2. Arbre ébranché auquel on n'a conservé que sa houpe.

HYDROPHYTE n.f. (Angl.: hydrophyte)

Plante ayant ses bourgeons de régénération dans l'eau.

Terme de la classification de RAUNKIAER.

HYGROPHYTE n.f. (Angl.: hygrophyte)

Plante très exigeante en humidité.

HYPOPODIUM n.m. (Angl.: hypopodium)

Entonnoeur basal long d'une branche sylleptique (TOMLINSON *et al.*, 1978).

ILICAIE, n.f.

Peuplement de chêne vert, *Quercus Ilex*, et son association.

INDICE DE CONSOMMATION ANIMALE l.m. (Angl.: animal consumption index)

Quantité d'énergie nécessaire pour couvrir les besoins d'entretien d'un animal et sa production de viande (cf. "indice de transformation animale") et de lait.

INOCULATION n. f. (Angl.: inoculation)

Procédé consistant à ajouter au sol des Bactéries spécifiques pour accélérer la croissance d'une plante : pour les Légumineuses, on pratique souvent cette opération en traitant les graines par trempage avant de les semer.

INTERACTION BIOTIQUE l.f. (Angl.: interspecific relations)

Relations qui s'établissent entre deux ou plusieurs organismes du fait de leur coexistence dans un biotope.

Entre deux organismes A et B, on peut avoir les relations suivantes (avec les noms quelquefois contradictoires donnés par les auteurs):

Aucun effet sur A et B : *neutralisme, indépendance.*

Domnages mutuels : *compétition, opposition, antagonisme.*

Domnages unilatéraux : *antibiose, antagonisme, amensalisme.*

- Avantages unilatéraux : *commensalisme*.
 Avantages mutuels : *mutualisme, symbiose, coopération*.
 Avantages pour l'un, dommages pour l'autre : *parasitisme, prédation, compétition, antagonisme*.
- JACHÈRE n.f. (Angl.: fallow)**
 État d'une terre arable qu'on n'ensemence pas temporairement afin d'assurer une meilleure production des cultures suivantes.
- JACHÈRE CULTIVÉE l.f. (Angl.: cultivated fallow)**
 Jachère où l'on maintient une seule culture exceptionnelle, par exemple pour assurer une meilleure fertilité.
- JACHÈRE FORESTIÈRE l.f. (Angl.: bush fallow, forested fallow)**
 Jachère où l'on laisse la forêt se réinstaller ou même où l'on facilite son installation, pour qu'elle donne de la litière qui se transformera en humus et enrichira le sol.
- JARDIN DE CASE l.m. (Angl.: home garden)**
 Mini-agriculture située à proximité immédiate d'une habitation, souvent très diversifiée et orientée vers les cultures de subsistance (TORQUEBLAU, comm. pers.; WIERSUM, 1982)
- JARDIN-FORÊT l.m. (Angl.: Forest-garden)**
 Sorte de jardin de case dans les zones humides où les cultures sont sous des espèces ligneuses souvent exotiques; le nombre et la densité des espèces ligneuses sont bien plus élevés en général que dans les jardins de case. Le jardin-forêt est généralement limité par une clôture (haie ou palissade), ce qui le distingue de la forêt-jardin.
- JARDIN-MIXTE, l.m.**
 Petit jardin de l'ouvrier (VERCIER, 1930) doté de quelques arbres.
- KAIROMONE n.f. (Angl.: kairomone)**
 Signal (*chimique*) émis par un être vivant et ayant une conséquence négative pour lui.
Le signal est généralement chimique. Il peut avoir pour conséquence, par exemple, d'attirer des prédateurs.
- LATIFOLIÉ adj. (Angl.: broad-leaved)**
 Qui a des feuilles larges.
En anglais "broad-leaved forest" désigne une forêt de feuillus, par opposition à la forêt résineuse.
- MACROÉLÉMENTS n.m. pl. (Angl.: macroelements)**
 Dans une analyse fourragère, ce sont les éléments P, Ca, Mg, K et Na, qu'on mesure par spectrophotométrie ou par complexométrie.
- MARCOTTE n.f. (Angl.: layer)**
 Individu végétal obtenu par enracinement d'une partie d'un végétal encore attaché au pied-mère et qu'on sépare ensuite.
- MARQUES (de limites) n.m. pl. (Angl.: boundary markers)**
 Pieux ou piquets ou pierres ou édifices en maçonnerie ou ligneux vivants installés sur une frontière, une limite entre champs ou parcelles ou propriétés.
- MATIÈRE AZOTÉE BRUTE (M.A.B.) l.f. (Angl.: crude protein, C.P.)**
 Quantité d'azote dans un aliment et spécialement dans un fourrage, déterminée par la méthode Kjeldahl, multipliée par 6,25.
- MATIÈRE AZOTÉE DIGESTIBLE (M.A.D.) l.f. (Angl.: digestible protein, D.P.)**
 Unité de mesure de l'alimentation des animaux qui comprend l'azote protidique et l'azote non protidique.
S'emploie principalement pour les Ruminants.
- MATIÈRE AZOTÉE TOTALE (M.A.T.) l.f. (Angl.: total nitrogen)**
 Quantité d'azote totale dans un aliment.
- MATIÈRE ORGANIQUE DIGESTIBLE (M.O.D.) l.f. (Angl.: digestible organic matter)**
 Total de la matière azotée digestible (M.A.D.), de la matière grasse digestible (M.G.D.), de l'extractif non azoté digestible (ENAD), et de la cellulose brute digestible (C.B.D.).
- MATIÈRE PROTÉIQUE DIGESTIBLE (M.P.D.) l.f. (Angl.: digestible protein)**
 Mesure d'un aliment qui diffère de la matière azotée digestible par un coefficient qui tient compte de la proportion d'azote non protidique par rapport à l'azote total.
On dit aussi protéine digestible. La matière protéique digeste brute, ou protéine digestible brute, se dit en anglais "digestible crude protein, D.C.P."
- MATIÈRE SÈCHE (M.S.) l.f. (Angl.: dry matter, D.M.)**
 Dans un aliment, ensemble des différents composants organiques et minéraux obtenus par l'analyse approchée, une fois l'eau enlevée par dessiccation à l'étuve.
- MATIÈRES GRASSES BRUTES l.f. pl. (Angl.: total fat)**
 Résidu d'extraction d'un fourrage par l'éther à chaud.
On dit aussi "extrait éthéré".
- MÉTEIL n.m. (Angl.: mixed crop of wheat and rye, maslin (colloq.))**
 Culture mélangée de blé et de seigle qu'on sème et qu'on récolte ensemble.
- MÈTRE CUBE DE BOIS EMPILÉ, m³ (s) l.m. (Angl.: cubic meter, stacked volume)**
 Volume brut d'un empilement de tiges sans branches de 1 à 3 m de long; avec des tiges de 1 m, il contient entre 0,7 m³(r) pour des espèces comme eucalyptus, résineux de plantation rectilignes, peupliers, etc. et 0,5 m³ (r) pour la plupart des bois durs.
- MÈTRE CUBE DE BOIS ROND, m³ (r) l.m. (Angl.: cubic meter, roundwood)**
 Fondamentalement, un mètre cube de bois rond comprend l'écorce et l'amorce des branches coupées qui sont encore attachées à la tige ou aux morceaux de bois ronds, et représente 0,85 à 0,95 m³ de bois plein (c'est-à-dire après que l'écorce et les chicots des branches aient été enlevés).
- MINÉRALISATION n.m. (Angl.: mineralization)**
 Transformation dans le sol de l'azote organique en azote minéral sous l'action de micro-organismes.
- MINÉRAUX TOTAUX l.m. pl. (Angl.: total minerals)**
 Résidu de calcination au moufle à 600 degrés C.
 Synonyme : *cendres*.
- MODÈLE ARCHITECTURAL l.m. (Angl.: architectural model, architectonic model, plant architecture model)**
 Le modèle architectural d'une espèce végétale est le programme de croissance qu'elle suit au cours de son développement. L'existence d'un tel programme est révélée par l'étude de l'architecture

- des arbres.
"C'est la séquence de différenciation de l'espèce qui détermine les phases morphogénétiques successives du modèle, par exemple l'apparition d'une branche séquentielle" (TORQUEBIAU, 1990 b).
- MODÈLE DE CROISSANCE** *l.m.* (Angl.: **growth model**)
 Série d'architectures d'une plante se succédant dans le temps (OLDFEMAN, 1974).
- MONOCULTURE** *n.f.* (Angl.: **monoculture**) (Esp.: **monocultivo**)
 Culture répétée de la même plante en un même endroit (LEATHERDALE, 1982)
- MOUTON** *n.m.*
 1. Animal (Angl.: **sheep**) au sens initial, bélier châtré à l'engrais.
 2. Viande de mouton (Angl.: **mutton**).
 3. Peau de mouton (Angl.: **sheepskin**).
- NANOPHANÉROPHYTE** *n.f.* (Angl.: **nanophanerophyte**)
 Plante vivace ayant ses bourgeons de rénovation entre 0,25m et 2m au-dessus de la surface du sol, pendant la saison de dormance. Terme de la classification de RAUNKIAER.
- NITRIFICATION** *n.f.* (Angl.: **nitrification**)
 Oxydation sous l'action de micro-organismes de l'azote ammoniacal et des sels ammoniacaux en nitrates, formes assimilables par les végétaux autotrophes.
- NOÛLE** *n. m.* (Angl.: **nodule**)
 Petit renflement porté par des racines ou par des tiges, formé de Bactéries fixatrices d'azote.
- NOÛD** *n.m.* (Angl.: **node**)
 Point d'une tige où naît une feuille dotée d'un bourgeon axillaire ou un rameau.
 Dans le bois, débité, marque de ce point, du rameau.
- OMBROPHILE** *adj.* (Angl.: **ombrophilous, rain-loving**)
 Qui aime la pluie (et non l'ombre).
- PACAGE** *n.m.*
 1. Action de faire paître le bétail (Angl.: **pasturing, grazing**).
 Ainsi, l'expression "droit de pacage" (Angl.: **grazing rights**) désigne-t-elle le droit de faire paître les bestiaux.
 2. Terrain où l'on fait paître les bestiaux. (Angl.: **pasture (land), pasturage**).
- PAISSON** *n.f.* (Angl.: **mast**)
 Action de faire paître les bestiaux en forêt, particulièrement les pores lors de la glandée et de la faînée. Vieilli: droit d'usage correspondant.
- PAÎTRE** *v.*
 I. Verbe transitif
 1. Nourrir, au propre ou au figuré (Angl.: **to feed**).
 Ex.: "Pais mes agneaux, pais mes brebis" (Nouveau Testament).
 2. Par extension, mener les bêtes au pâturage. (Angl.: **to drive (cattle) to pasture**) et, au figuré, éloigner.
 3. Consommer l'herbe sur pied (Angl.: **to graze**).
 Ex.: "Le cheval pâit l'herbe d'automne" (VERHAEREN, in ROBERT, 1985).
 II. Verbe réfléchi (se paître)
 Se nourrir (cf. I.) (Angl.: **to feed on**).
- III. Verbe intransitif
 Même sens que I.3 (Angl.: **to feed, graze** (de l'herbe), **to browse** (des ligneux)).
- PALATABILITÉ** *n.f.* (Angl.: **palatability**)
 Il faut préférer "appétabilité" à cet anglicisme dérivé de "palatability".
- PALATABLE** *adj.* (Angl.: **palatable**)
 Anglicisme pour "alibile" ou "consommable". A rejeter.
- PARC** *n.m.* (Angl.: **park**)
 1. Type de végétation herbacée avec des arbres épars assez régulièrement espacés.
C'est le sens adopté dans nos travaux lorsqu'il s'agit de phytosociologie ou d'écologie. Dans la forêt-parc, les arbres forment des petits peuplements où les cimes ne se touchent pas (BAUMER, sous presse). *Dans le fourré-parc, ce sont des arbustes et/ou des arbrisseaux qui constituent ces petits peuplements.*
 2. "Grande étendue boisée et clôturée où l'on garde le gibier pour la chasse" (ROBERT, 1985).
 Ex.: *un parc à chevreuils, ou le Parc aux cerfs de Versailles.*
 3.1. "Etendue de terrain boisé, généralement clos entièrement, dépendant d'un château, d'une exploitation agricole, d'une grande exploitation" (ROBERT, 1985).
 Ex.: *le parc du château de Fontainebleau.*
 3.2. Etendue de terrain où l'on garde des animaux.
Ces animaux peuvent être des moutons (Angl.: **sheep fold**), *des bovins* (Angl.: **cattle pen**), *des chevaux* (Angl.: **paddock**), *des huîtres* (Angl.: **oyster bed, oysterage, oyster park**), *des animaux sauvages* (Angl.: **wildlife park**), etc.
 4. Enclos de barrières (mobiles).
Un tel enclos est destiné à limiter les déplacements (veaux, bœufs,....) (Angl.: **fold**).
 5. Ensemble d'unités mobiles.
 Ex.: *parc d'autobus* (Angl.: **fleet**).
- PARCELLE** *n.f.*
 1. Surface d'une exploitation agricole sur laquelle s'effectue une certaine quantité de travail, sont arbitrés des choix techniques et est récoltée une certaine production (Angl.: **lot, plot**). *La parcelle, qui prend place dans un assolement et une succession de cultures, est un lieu où plusieurs bitans peuvent être établis par l'agronome* (d'après MILLEVILLE, 1982).
 2. Dans un essai agronomique, portion de terrain de forme et de dimensions définies sur laquelle on applique un traitement ou un ensemble de traitements correspondant chacun à un niveau d'un certain facteur (S.F.P.P., 1970, cité par DAGET et GODROK, 1979) (Angl.: **plot**).
La parcelle élémentaire est l'unité expérimentale la plus petite. Elle correspond à un seul niveau de chacun des facteurs étudiés. Il semble que "parcelle élémentaire" puisse être considéré comme Synonyme de "placeau" utilisé en particulier par les forestiers, ou de "placette".
 3. *En sylviculture spécialement* (Angl.: **compartment**). "surface prise comme unité de gestion, où l'on fait des opérations déterminées dans un temps assez court, généralement une année" (PLAISANCE, 1963).
"Unité territoriale élémentaire d'un domaine forestier définie de façon permanente, en vue de la localiser, de la décrire, d'en

enregistrer les particularités, pour servir de base à l'aménagement de la forêt dont elle fait partie.

Rem.:

(1) une sous-parcelle (Angl.: **sub-compartment**) est une subdivision parfois temporaire de parcelle, englobant p.ex. une partie de peuplement particulièrement homogène, ou conçue en vue d'effectuer une opération particulière;

(2) les parcelles sont communément désignées par des chiffres ou nombres arabes, les sous-parcelles par des lettres minuscules les indexant, par ex. 1a, 25b (MÉTRO, 1975).

PARQUET n.m. (Angl.: pen, bed)

Enclos destiné à l'élevage ou emprise sur laquelle il est procédé à une opération sylvicole définie.

PASTEUR n.m. (Angl.: pastoralist)

Personne vivant de l'élevage extensif en milieu nomade.

PASTORALISME n.m. (Angl.: pastoralism) (CM + CD)

"Ensemble des arts et des sciences qui concourent à l'amélioration du niveau de vie des éleveurs (objectif social), à l'augmentation de la rentabilité de l'élevage extensif (objectif économique), et à la production et à l'utilisation optimale et soutenue des ressources fourragères de toute nature (objectif technique), dans le cadre du développement intégral harmonisé des ressources naturelles d'un pays" (BAUMER et REY, 1974).

N.B. - En anglais "pastoralism" désigne la vie pastorale, et un "pastoralist" est un pasteur; pour dire un pastoraliste, on emploie "a pastoral scientist".

PASTORALISTE n.m. (Angl.: pastoral scientist ou pastoralist, mais ce mot désigne plus précisément un pasteur)

Chercheur travaillant sur le pastoralisme.

PÂTURAGE n.m.

1a. Droit de faire paître du bétail sur une terre (ROBERT, 1985) (Angl.: **right of common, common of pasturage**).

1b. Par extension, action de faire paître (Angl.: **grazing**). Synonyme de paissance.

2. Site couvert d'herbe où le bétail peut paître (Angl.: **pasture, grazing land**).

PÂTURAGE AU PIQUET l.m. (Angl.: tethered grazing)

Mode de paissance où chaque animal est attaché à un piquet.

PÂTURAGE CONTINU l.m. (Angl.: continuous grazing)

Système de pâturage où les animaux sont placés dans un enclos au début de la saison de végétation et sont maintenus là pendant une période prolongée.

Le nombre d'animaux peut être maintenu constant (Angl.: **set stocking**) ou ajusté à la disponibilité en fourrage (Angl.: **put-and-take**).

PÂTURAGE CULTIVÉ l.m. (Angl.: cultivated pasture)

Pâturage généralement établi sur une terre labourée et contenant au moins une espèce fourragère introduite.

PÂTURAGE DIFFÉRÉ l.m. (Angl.: deferred grazing)

Système d'utilisation des pâturages où l'on ne coupe l'herbe ou n'introduit le bétail qu'après un temps de protection pendant lequel l'herbe peut pousser.

Cette méthode permet soit de laisser s'accroître la quantité d'herbe avant qu'elle soit utilisée, soit de n'utiliser l'herbe que lorsqu'elle arrive à une période de pénurie ou lorsqu'elle a atteint le stade de développement (Fl 2, fleurs formées entr'ouvertes) où

sa valeur nutritive est la plus élevée. La quantité d'herbe réservée s'appelle *join sur pied* (Angl.: **foggage ou standing hay**).

PÂTURAGE EN ROTATION l.m. (Angl.: rotational grazing)

Système où le pâturage est divisé (matériellement ou non) en un certain nombre de parcelles où se déplacent tour à tour les troupeaux, suivant un calendrier établi en fonction de la qualité et de la quantité de fourrage disponible à un moment donné sur chaque parcelle, et en fonction du nombre et de la nature (espèce, âge, état physiologique, etc.) de chaque groupe d'animaux.

Il y a toujours au moins une parcelle de plus que le nombre de groupes d'animaux, qui est "mise en défens", c'est-à-dire qui reste au repos, non pâturée, pour que le fourrage s'y reconstitue (WHITEMAN, 1980).

PÂTURAGE MÉLANGÉ l. m. (Angl.: mixed sward)

Un pâturage (sens 2) formé d'une ou plusieurs espèces de Graminées et d'une ou plusieurs espèces de Légumineuses.

PÂTURAGE NATUREL l. m. (Angl.: natural grassland)

Un pâturage (sens 2) non cultivé et non enrichi, formé d'espèces locales.

PÂTURE n.f. (Angl.: fodder, feed)

1. Lieu où croît l'herbe et où l'on fait paître le bétail.

Sens très proche du sens 1b de "pâturage". Ainsi l'expression juridique "droit de vaine pâture", attestée au moins depuis le XIII^{ème} siècle, désigne-t-elle la permission donnée aux habitants d'un village ou d'une communauté de faire paître leur bétail sur les terres non clôturées, une fois les récoltes enlevées (ROBERT, 1985).

2a. Ensemble de la nourriture végétale herbacée prélevée par les animaux.

2b. Par extension, et au sens figuré vieilli, la nourriture, matérielle ou spirituelle (Angl.: **food**).

Ex. (d'après ROBERT, 1985) : "Aux petits des oiseaux, il donne leur pâture" (RACINE), et "Choiseul avait essayé de gouverner avec les Parlements en leur donnant les jésuites en pâture" (BAINVILLE).

PÂTURER v. (Angl.: to graze)

Paître (sens n° 1, 3 surtout).

PÉCORATION n. m. (Angl.: grazing)

Action de paître. Cf. "pâturage", sens 1b.

PELLET n. m. (Angl.: pellet)

Comprimé de fourrages, notamment de luzerne, finement hâché.

PELOUSE n.f. (Angl.: sward)

Tapis gazonné.

PÉRENNE (plante) n.f. (Angl.: perennial)

Plante dont le cycle de végétation s'étend sur plus de deux ans.

PÉRENNITÉ n.f. (Angl.: sustainability)

Idee complexe qui s'applique à un système de production durable, susceptible de se perpétuer = durabilité.

PERTURBATION n.f. (Angl.: disturbance)

Dérangement irrégulier d'un système qui affecte d'ordinaire son fonctionnement.

PHANÉROPHYTE n.f. (Angl.: phanerophyte)

Plante ayant ses bourgeons de régénération à plus de 25 cm au-dessus du sol.

Terme de la classification de RAUNKIAER.

PIÉROMONE n.f. (Angl.: pheromone)

Substance chimique de communication entre individus d'une même espèce.

PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE l.f.

1. Art de photographier à partir d'un véhicule aérien. (Angl.: **aerial photography**)

*Le véhicule peut être un avion, une aile delta, un U.L.M. ou un ballon. On a utilisé le terme pour couvrir aussi la photographie à partir d'un satellite, mais dans ce cas le terme "photographie par satellite" a d'abord prévalu, qui correspond à "imagerie satellite" (qui est un anglicisme) ou "images satellitaires" (terme utilisé par U.I.T., UNEP, INTELSAT bien qu'en français on doit dire "satellitaires") puis le terme plus large "télédétection" (Angl.: **remote sensing**).*

2. Produit de cet art (Angl.: **aerial photograph**).

PHOTOGRAPHIE PAR SATELLITE l.f.

1. Art de photographier à partir d'un satellite (Angl.: **satellite photography, remote sensing**).

Terme de plus en plus souvent remplacé par "télédétection".

2. Produit de cet art (Angl.: **satellite imagery**).

Bien que INTELSAT, U.I.T. et l'UNEP utilisent "photographie satellitaire", on devrait dire "photographie satellitale" (décision interministérielle française de 1996).

PLACEAU n.m. (Angl.: spot)

Petite parcelle de terrain dont l'ensemble est soumis à un même traitement.

Ce traitement peut être notamment un même aménagement forestier ou une même expérience agronomique.
(Cf. placette, sens n°2).

Hist : N'existe pas dans Le Petit ROBERT.

PLACETTE n.f.

1a. Petite place (ROBERT, 1985) (Angl.: **small circus**)

1b. Par extension, parcelle de petites dimensions (Angl.: **small plot**).

2. Petite parcelle de terrain dont l'ensemble est soumis à un même traitement (Angl.: **plot**).

Même sens que celui que nous donnons à placeau, notamment, dans un aménagement (forestier), petite subdivision d'une parcelle (forestière) soumise à un même essai, à un même traitement expérimental.

3. En phytosociologie, unité d'échantillonnage de la végétation, de surface finie (GOUNOT, 1969).

Synonyme : *quadrat*, sens 1. (Angl.: **quadrat**).

PLAN LIGNEUX l.m.

Façon dont sont arrangées les différentes sortes de cellules du bois.

Cette disposition est caractéristique de l'espèce ou au moins du genre : c'est notamment parce que son plan ligneux n'est manifestement pas celui d'un Acacia que le genre Faidherbia a été créé qui est monospécifique : Faidherbia albida (Del.) A. Chev.

PLANTE n.f.

Tout végétal (Angl.: **plant**).

N.B.1. - Plante grasse se dit en anglais "succulent", plante grimpante "creeper", plantes médicinales "medicinal herbs", plante de serre (au propre et au figuré) "hot-house plant", et la médecine par les plantes "herbal medicine" ou "herbalism" (VAN ROEY et al., 1988).

N.B.2. - Par métaphore, on utilise le mot pour désigner une chose vivante, un être qui se développe (comparé à une plante). En anatomie, le mot désigne aussi la face inférieure du pied (Angl.: sole) mais on l'accompagne presque toujours de "... du pied".
Ex.: la plante du pied.

L'anglais "plant" peut désigner une usine, du matériel d'exploitation, de l'équipement, ou ... un agent de renseignement infiltré, ou un objet caché à l'insu de son porteur. "Power plant" est une usine électrique (VAN ROEY, 1988).

POTAGER-VERGER ou POTAGER FRUITIER, l.m.

Système agrisylvicole associant des cultures légumières et des plantations de ligneux fruitiers. C'est un cas particulier de verger-agreste.

POUVOIR GERMINATIF l.m. (Angl.: germinability)

Capacité de germer d'une graine, qu'on exprime d'habitude en pourcentage.

Voir "contenu en semences pures".

PRAIRIE n.f. (Angl.: grassland, mais en américain, prairie)

"La prairie est une formation naturelle herbacée, à base d'hémicryptophytes et de géophytes mésophytes hydrophiles (en particulier de Graminées et de Cypéracées) et qui couvre le sol d'une manière continue toute l'année" (IONESCO et SAUVAGE, 1962 : 83).

Nous n'acceptons pas le terme de prairie dans le sens plus général que lui donne l'UNESCO (1973 : 56) pour désigner un type de végétation herbacée où dominent les formes graminoides. Par contre, nous distinguons la prairie haute de la prairie basse.

Considéré comme non ambigu par la Réunion de Yangambi, ce terme n'y a pas été défini (TROCHAIN, 1957, 1980). Il ne figure pas non plus dans le Glossaire sur les herbages et la production fourragère publié par la F.A.O. (1965). La prairie, qui peut être naturelle ou artificielle, est ainsi définie dans le Petit Robert (1985) : "Surface couverte de plantes herbacées qui fournit du fourrage au bétail". La végétation de la prairie a pour période de repos annuel la saison froide et non, comme dans la savane, la période sèche.

PRAIRIE AQUATIQUE l.f. (Angl.: aquatic meadow)

"Peuplement d'hydrophytes et d'hélophytes en eau permanente" (TROCHAIN, 1957 : 89).

Voir "prairie marécageuse".

PRAIRIE BASSE l.f. (Angl.: low meadow)

Prairie dont la hauteur moyenne est comprise entre 0,5 et 1,2 m.

PRAIRIE HAUTE l.f. (Angl.: tall meadow)

Prairie dont la hauteur moyenne est supérieure à 1,2 m.

PRAIRIE MARÉCAGEUSE l.f. (Angl.: aquatic meadow)

"Peuplement d'hélophytes sur sols marécageux ou en eau non-permanente" (TROCHAIN, 1957 : 89).

En saison pluvieuse une prairie marécageuse peut se transformer en prairie aquatique.

PRAIRIE TEMPORAIRE l.f. (Angl.: ley, et la pratique de la prairie temporaire se dit ley farming; rotation pâture)

Phase herbagère des cultures en assolement.

*Pour LEATHERDALE (1982), cette phase dure au moins deux ans, ce que ne précise pas WHITEMAN (1980). Peut durer cinq ans.***PRATIQUE AGROFORESTIERE** l.f. (Angl.: agroforestry system)
voir à SYSTÈME.**PRÉ** n.m. (Angl.: meadow)

Terrain produisant de l'herbe pour la nourriture du bétail.

Par extension, étendue herbeuse à la campagne.

N.B. Au sens figuré, terrain de duel (Angl.: duel ground).

PRÉ SALÉ l.m.

1. Pré sur terrains salés.

Les plantes y sont salées et donnent un goût particulier très apprécié - surtout en France - à la viande des agneaux et des moutons (Angl.: saltings ou salt meadows).

2. (Angl.: sheep grown on salt meadows)

Mouton élevé sur des prés salés.

PRÉ-VERGER, l.m. (Angl.: orchard meadow).

Lorsqu'un pré est établi sous une plantation ou qu'on effectue celle-ci dans un pré, on obtient un pré-verger.

PROLEPSIE (RAMIFICATION PROLEPTIQUE) n.f. (Angl.: prolepsy)

Caractère d'une ramification où le méristème latéral subit une période de dormance dans un bourgeon avant de se développer, donnant ainsi naissance à une branche qui est plus jeune que l'axe porteur et qui sera qualifiée de branche proleptique. *La branche proleptique présente à sa base des cicatrices dues aux écailles du bourgeon, les premiers entrenœuds serrés, et montre une transition graduelle de la morphologie et de la taille des feuilles sur les premiers nœuds depuis les écailles du bourgeon jusqu'aux feuilles normales (TOMLINSON et ZIMMERMANN, 1978). S'oppose à syllepsie.*

PROPAGATION VÉGÉTATIVE l.f. (Angl.: vegetative propagation)

Multiplication d'une plante par ses organes végétatifs, sans intervention sexuelle.

PSEUDOSTEPPE n.f. (Angl.: pseudosteppe)

Type de végétation herbacée basse et ouverte, souvent à Graminées dominantes, rarement pérennes et ne dépassant guère 50 cm, à feuilles étroites, enroulées ou pliées, parfois mêlée de plantes ligneuses.

*La pseudosteppe se trouve sous les climats tropicaux et méditerranéens.**Les plantes annuelles basses - surtout des Graminées fines - y sont généralement plus abondantes que les vivaces, principalement basilaires, à rythme biologique comportant en général une seule période de repos annuelle, la saison sèche (d'été dans l'hémisphère nord), ou très exceptionnellement deux périodes de repos annuelles, la saison sèche (d'été, dans l'hémisphère nord) qui est toujours la plus marquée, et la saison froide (d'hiver dans l'hémisphère nord) (BAUMER, 1968).*

L'aspect de la pseudosteppe est le même que celui de la steppe mais son rythme physiologique est différent. C'est la sécheresse qui arrête la végétation de la pseudosteppe, et non le froid comme pour la steppe. Comme la densité du couvert est faible, la pseu-

dosteppe n'est que rarement parcourue par les feux. La forme des feuilles réduit l'évapotranspiration.

PSEUDOSTEPPE À HALOPHYTES l.f. (Angl.: pseudosteppe with halophytes)

Pseudosteppe où les espèces dominantes sont des halophytes non ligneuses.

PSEUDOSTEPPE À HALOPHYTES LIGNEUSES l.f. (Angl.: pseudosteppe with woody halophytes)

Pseudosteppe où des arbrisseaux et/ou sous-arbrisseaux halophiles couvrent entre 10% et 40% de la surface.

*Cf. "fourré à halophytes" et "pseudosteppe à halophytes ligneuses isolées".***PSEUDOSTEPPE À HALOPHYTES LIGNEUSES ISOLÉES** l.f. (Angl.: pseudosteppe with isolated woody halophytes)

Pseudosteppe où des arbrisseaux et/ou sous-arbrisseaux halophiles sont présents mais couvrent moins de 10% de la surface.

PSEUDOSTEPPE BUISSONNANTE l.f. (Angl.: bushy pseudosteppe)

Pseudosteppe à sous-arbrisseaux.

PSEUDOSTEPPE LIGNEUSE SALÉE l.f. (Angl.: salty pseudosteppe with woody plants)Pseudosteppe à arbrisseaux et/ou sous-arbrisseaux halophytes où les Graminées et les herbes couvrent plus de 50% de la surface. *S'oppose à "fourré à halophytes" (cf. "fourré tigré").***PSEUDOSTEPPE SUCCULENTE** l.f. (Angl.: pseudosteppe with succulents)

Pseudosteppe où les succulentes sont dominantes.

QUADRAT n.m.

1. Syn. de placette, sens 1b (GOUNOT, 1969) (Angl.: small plot, and probably block).

2. Carré permanent d'étude de la végétation (REYKAUD-BEAUVRIE, 1936), synonyme de placette, sens 2 (Angl.: quadrat).

3. Carré de surface quelconque pour des études détaillées de végétation (WEAVER et CLEMENTS, 1938) (Angl.: quadrat). Unité d'échantillonnage de la végétation.

RECouvreMENT n.m. (Angl.: coverage, overlap)

Le recouvrement est le pourcentage de la surface considérée occupée par une espèce ou par un type de végétation déterminé. Le recouvrement exprime la densité d'un élément dans un type de végétation.

*Pour préciser la densité des éléments ligneux, on utilise l'échelle II du Centre d'études phytosociologiques et écologiques Louis Emberger (CEPE), de Montpellier-maintenant rebaptisé en Centre d'études fondamentales en écologie (CEFE) - (EMBERGER et al., 1968):**moins de 1% de recouvrement - très faible**de 1 à 4% - faible**de 4 à 16% - moyen**de 16 à 49% - fort**plus de 49% - très fort.*

On pourra ainsi parler par exemple avec une certaine précision de pseudo-steppe faiblement arbustée ou bien de savane moyennement arborée, ou bien de savane basse très faiblement arborée, moyennement arbustée et moyennement arbrissellée, une savane très fortement arborée (avec tapis graminéen continu) passe

insensiblement à la forêt claire (tapis graminéen discontinu ou absent).

Le système ci-dessus des classes de recouvrement n'est pas parfaitement satisfaisant; cependant, il permet d'ajouter des précisions quantitatives aux descriptions des types de végétation. La savane très faiblement arborée n'a pas été rencontrée par nous, ni la savane faiblement arborée, sauf dans des formes de dégradation culturelle; par exemple, dans les défrichements de savanes à *Andropogonées* des environs d'El Odlaiya (Kordofan, Rép. du Soudan), où l'on n'a laissé qu'un nombre infime d'arbres, souvent *Lonchocarpus laxiflorus* ou *Burkea africana* ou *Stereospermum kunthianum*. Quant à la savane très fortement arborée, elle passe insensiblement à la forêt claire; pour séparer ces deux types, nous avons suivi le vœu de TROCHAIN (1957 : 82) qui souhaite que l'on réserve le terme de forêt à des peuplements arborescents fermés avec absence de tapis graminéen continu et qu'on appelle les peuplements arborescents ouverts avec présence d'un tapis graminéen continu savane boisée (dans notre édition: savane très fortement arborée).

On peut imaginer d'autres systèmes de classement des types de la végétation en introduisant d'autres données quantitatives, comme par exemple le nombre d'individus par unité de surface.

REFUS n.m. (Angl.: plant not eaten by animals)

Plante ou fragment de plante non consommée par le bétail.

RÉGION n.f. (Angl.: region)

"Ensemble territorial présentant à la fois une certaine unité (physique, socio-économique, administrative) et une diversité de situations responsable de la coexistence de systèmes de production et de systèmes de culture différents" (MILLEVILLE, 1982).
C'est ainsi qu'on parle de régions agricoles ou de régions économiques. Au sens des Nations unies, les régions sont des unités supranationales souvent de la taille des continents; on parle ainsi de la Région Afrique (qui comprend Madagascar, les Seychelles, les îles du Cap Vert... mais pas le nord de l'Afrique, rattaché au monde arabe) ou de la Région Europe. D'une façon générale, les régions sont des unités infranationales en français et supranationales en anglais. Pour la Communauté européenne, la région est une unité infranationale en anglais comme en français.

RÉITÉRATION n.f. (Angl.: reiteration)

Mode de "ramification qui n'est pas séquentielle, mais donne une copie du modèle architectural initial d'un arbre à partir d'un bourgeon au repos, par différenciation méristématique, ou par néoformation d'un bourgeon" (TORQUEBIAU, 1990 b).

"La réitération est souvent un moyen de régénération d'un arbre traumatisé (réitération traumatique); c'est aussi, chez la grande majorité des Dicotylédones la forme normale de croissance de l'arbre soumis aux contraintes de l'environnement (réitération adaptative).

"Il existe des réitérations partielles (qui ne répètent qu'une partie du modèle initial) et des réitérations totales; la réitération totale est une copie exacte du modèle architectural initial, en ce sens qu'elle a les mêmes potentialités morphogénétiques qu'un jeune arbre issu d'une graine. Ceci permet d'envisager certaines applications dans le domaine de la reproduction végétative" (TORQUEBIAU, 1990 b).

REJET n.m. (Angl.: sprout)

Pousse issue d'une souche ou d'une branche. Pour une pousse issue d'une racine, on parle de drageon.

RÉMANENT n.f. (Angl.: slash)

Résidu, notamment ligneux, laissé sur le sol après l'exécution d'une opération forestière ou qui y vient à la suite d'une tempête, d'un feu, d'un empoisonnement ou d'une annélation circulaire (d'après MÉTRO, 1975).

Au pluriel, où le mot s'emploie le plus souvent, résidus de toutes sortes. Au singulier, un rémanent est généralement un arbre abandonné sur une coupe.

RHIZOME n.m. (Angl.: rhizome)

Tige qui croît souterrainement.

SAISONNIÈRE (plante) l.f. (Angl.: seasonal plant)

Plante qui achève son cycle de végétation en moins de douze mois.

On préfère ce mot à "annuelle" parce qu'il ne lie pas le concept à la période 1er janvier - 31 décembre d'une année calendaire, et parce qu'il recouvre bien les plantes ayant une durée de vie courte, bien inférieure à douze mois, comme les éphémères et celles qui peuvent avoir plusieurs cycles de végétation en une seule année.

SARTAGE n. m.

Voir "essartage", dont il est synonyme.

SAVANE n.f. (Angl.: savanna)

Type de végétation tropicale herbacée fermée ou presque fermée, où dominent généralement les Graminées héliophiles en C₄, souvent pérennes, et d'herbes avec une nette saisonnalité due au stress en eau, formant une strate herbacée supérieure continue d'au moins 1,2 m de hauteur.

Notre définition diffère de celle de NOY-MEIR (1982) qui considère que les composants ligneux y représentent toujours une part importante de la couverture et de la biomasse, alors que pour nous ils sont facultatifs (savane arborée, arbustée, arbrissellée, boisée, etc.) et ne forment qu'exceptionnellement un étage continu. Une carte des savanes se trouve dans LAMOTTE et al., 1984

On connaît plusieurs systèmes de classification des savanes au niveau régional. La seule classification à l'échelle d'un sous-continent semble être celle d'ACOCKS (1953) pour l'Afrique du sud. A l'échelle de l'Afrique, une tentative a été faite par WHITE (1983).

SAVANE À BOQUETEAUX l.f. (Angl.: woodland savanna)

Type de végétation herbacée fermée ou presque formant un paysage discontinu, véritable mosaïque de savanes et de bosquets ligneux hauts, le peuplement herbeux occupant la plus grande partie de la surface considérée (d'après TROCHAIN, 1957:86).

Les bosquets sont constitués par des arbres ou des arbustes; on peut d'ailleurs préciser en utilisant "savane à bouqueteux d'arbres", "savane à bouqueteux d'arbustes" et "savane à bouqueteux d'arbrisseaux". Le mot "bosquet" ou "boqueteau" désigne un mode d'arrangement des ligneux.

SAVANE À FOURRÉS l.f. (Angl.: bushy savanna)

Paysage discontinu, mosaïque de savanes et de fourrés de petits arbustes et/ou d'arbrisseaux, le peuplement herbeux occupant la plus grande partie de la surface considérée (BAUMER, 1968 a). Ce terme recouvre celui de "savane à épineux" (AUBREVILLE, 1957) mais il est plus large car il y a des savanes à fourrés sans

- épineux (par ex. savane à fourrés de Commiphora africana (A. Rich.) Engler ou de Lannea humilis (Oliv.) Engler, au Kordofan.*
- SAVANE ARBORÉE** l.f. (Angl.: savanna with trees)
Savane où se trouvent des arbres isolés, non groupés en bouquets. Il peut s'y trouver aussi des arbustes et/ou des arbrisseaux.
- SAVANE ARBRISSELÉE** l.f. (Angl.: savanna with shrubs et quelquefois bushy savanna)
Savane sans arbres ni arbustes, mais avec des arbrisseaux isolés.
- SAVANE ARBUSTÉE** l.f. (Angl.: savanna with small trees)
Savane ne comportant pas d'arbres mais des arbustes isolés et, éventuellement des arbrisseaux.
Nous préférons savane arbustée à savane arbustive, pour l'analogie de construction avec "savane arborée" et "savane arbriselée".
- SAVANE BASSE** l. f. (Angl.: low savanna)
Savane de hauteur inférieure à 1,2 m qu'on trouve généralement dans des régions moins arrosées que la savane, et qui fait souvent transition avec la pseudo-steppe.
Les Graminées ont des feuilles planes. Suivant la densité de la végétation, le passage du feu est plus ou moins aisé. La savane basse est très souvent une forme dégradée et affaiblie de savane, soit que le sol soit appauvri par une utilisation excessive, soit qu'on se trouve en limite de l'aire écologique de la savane (BAUMER, 1968a). Lorsque les feux sont répétés plusieurs années de suite, une savane peut devenir une savane basse.
- SAVANE HYPERSAISONNIÈRE** l.f.
L'expression "savane hypersaisonnrière" a été introduite par SARMIENTO et MONASTERIO (1975) pour désigner une savane qui est soumise à la fois à une sécheresse saisonnière et à un engorgement par l'eau à une autre saison.
Les Graminées ont des feuilles planes. Suivant la densité de la végétation, le passage du feu est plus ou moins aisé. La savane basse est très souvent une forme dégradée et affaiblie de savane, soit que le sol soit appauvri par une utilisation excessive, soit qu'on se trouve en limite de l'aire écologique de la savane (BAUMER, 1968a). Lorsque les feux sont répétés plusieurs années de suite, une savane peut devenir une savane basse.
- SAVANE VERGER** l.f. (Angl.: orchard savanna)
Savane dont l'aspect rappelle celui d'un verger parce que, lors des défrichements, le cultivateur ne déboise pas complètement: il laisse un certain nombre d'arbres et d'arbustes porte-graines ou qui présentent un intérêt par leurs fruits ou à un titre quelconque" (TROCHAIN, 1957:86).
Ces savanes vergers sont aussi définies d'origine anthropique mais il se peut qu'il y en ait de naturelles.
- SCIAPHILE**, adj. (Angl.: shade-tolerant)
Qui aime l'ombre. Une plante sciaphile est une sciaphyte (Angl.: sciaphyte). On dit souvent "une espèce d'ombre" pour "une espèce sciaphile", surtout lorsqu'il s'agit d'un ligneux.
- SEMENCES NON DÉCORTIQUÉES** l.f. pl. (Angl.: unhulled seed)
Semences qui se trouvent encore dans le fruit qui les a produites. Se dit en particulier des graines de Légumineuses encore dans leurs gousses.
- SILICE** n.f. (Angl.: silica)
Dans une analyse fourragère, part des cendres (ou minéraux totaux) qui n'est pas soluble dans l'acide chlorhydrique).
- SOUICHE** n.f.
1. Partie d'un arbre qui est dans le sol ou partie qui reste dans le sol après l'abattage (Angl.: stump, ou stub s'il s'agit d'une souche de petites dimensions, ou root stock pour une souche rhizomatense, et, pour la vigne, stock).
2. La souche est aussi l'origine d'une famille, d'une descendance, d'une lignée (Angl.: head, founder of family).
3. D'autre part, une souche est une partie d'un document qui reste fixée à un registre, à un carnet, quand on en a détaché la partie à remettre à une autre personne, et qui permet un contrôle en rapprochant les deux parties (Angl.: butt pour un chèque, un ticket; counterfoil, stub, stump, tally counterpart of a receipt); un carnet à souches est "a counterfoil book"; une souche de taille est "apayer's half of tally".
4. Une souche est aussi un massif de maçonnerie servant de base à une construction (Angl.: shaft). Plus précisément, base sur un comble où repose un tuyau de cheminée (Angl.: stack).
5. Enfin, une souche est une partie d'un clou de fer à cheval restée accidentellement dans le sabot (Angl.: end of horseshoe nail left in hoof).
D'autres sens existent.
- SOULEVAGE** n.m. (Angl.: wrenching)
Opération qui consiste, en pépinière, à briser les racines trop développées de certains plants, en soulevant ces plants et le sol immédiatement voisin à la main, ou avec un outil approprié comme une bêche, et en remettant ensuite en place les plants et le sol; le but de l'opération est le même que celui du cernage.
- SOUS-ARBRISSEAU** n.m. (Angl.: undershrub)
Arbrisseau de moins de 80cm de haut.
- SOUS-ARBRISSELLE** adj. (Angl.: with undershrubs)
Se dit d'un type de végétation où les sous-arbrisseaux occupent de 10 à 40% de la surface.
S'ils occupent moins de 10%, on dira "... avec sous-arbrisseaux isolés".
- SOUS-SEMIS** l.m. (Angl.: undersowing)
Semis de graines pastorales sous une culture vivante déjà installée, comme du maïs.
Néologisme construit comme sur-semis.
- STATION** n.f. (Angl.: station qui s'emploie aussi pour désigner une ferme de type ranch; stand area)
Surface élémentaire où peuvent s'appréhender les relations qu'entretiennent entre elles les plantes constituant le peuplement végétal. L'effet sur ce peuplement des facteurs et conditions du milieu, l'effet des techniques culturales, qui auront en général pour fonction de créer un déplacement d'état du milieu de manière à maîtriser l'évolution du peuplement végétal (MILLEVILLE, 1982).
- STEPPE** n.f. (Angl.: steppe)
Type de végétation herbacée, vivace, basse, souvent à Graminées dominantes, à rythme biologique comportant généralement deux périodes de repos annuelles, la saison froide (d'hiver dans l'hémisphère nord), qui est toujours la plus marquée, et la saison sèche (d'été dans l'hémisphère nord) (LAVRENKO, 1954). La steppe se trouve dans les climats continentaux tempérés froids. (cf. "pseudosteppe").

- Ce terme n'existe pas dans la classification de la végétation de l'UNESCO (1973) où l'on utilise "prairie basse" (moins de 50cm de hauteur).
- STOLON n.m. (Angl.: stolon, runner)**
Tige qui croît à la surface du sol et forme des racines à ses noeuds.
- STRESS n.m. (Angl.: stress)**
Influence environnementale contraignante qui limite la production et l'efficacité d'un individu et par extension, de l'écosystème.
- STUMP n.m. (Angl.: stump plant)**
Matériel végétal destiné à être planté, que l'on produit en pépinière en élaguant les racines et les rameaux de jeunes plants, de façon qu'il n'en subsiste que la partie inférieure de la tige et la partie proximale des plus grosses racines (d'après MÉTRO, 1975).
- SUBERAIE n.f.**
Peuplement de chêne liège, *Quercus Suber*, et son association
- SUCCULENTE n.f.**
Se dit d'une plante charnue.
- SURSEMIS l.m. (Angl.: oversowing)**
Semis de graines (fourragères) sur un pâturage déjà installé ou sur un herbage naturel.
- SUFFRUTESCENT adj.**
Qui a le port d'un sous-arbrisseau.
- SUITÉE adj. fém.**
Se dit d'une femelle accompagnée de son petit.
- SYLLEPSIE n.f. (Angl.: syllepsy)**
Caractère d'une ramification dans laquelle le méristème latéral et le méristème terminal qui lui a donné naissance se développent simultanément, sans formation d'un bourgeon dormant. La branche ainsi produite dite branche sylleptique ne présente pas à sa base de cicatrices dues aux écailles d'un bourgeon mais un entrenœud basal long (hypodium) et peu ou pas de formes de transition dans la morphologie et la taille des feuilles sur les premiers noeuds (TOMLINSON, 1978).
- SYLVOLOGIE n.f. (Angl.: silviculture)**
Terme proposé par OLDEMAN (1990) pour désigner l'ensemble des sciences de la forêt.
Proposé pour remplacer sylviculture, qui n'est pas aussi général.
- SYMBIOSE n.f. (Angl.: symbiosis)**
Association entre deux organismes vivants ou davantage, dont bénéficie chacun des partenaires.
- SYSTÈME AGRIPASTORAL (ou AGROPASTORAL) l.m. (Angl.: agropastoral system)**
Système de production agricole dont les composants sont l'agriculture et la production animale.
Ce n'est pas un système agroforestier.
- SYSTÈME AGRISYLVIPASTORAL (ou AGROSYLVOPASTORAL) l.m. (Angl.: agrosilvipastoral system, ce qui est fort mal construit)**
Système de production agroforestier associant à des ligneux des cultures herbacées et des animaux (ou de la production fourragère) (TORRES, 1983).
- SYSTÈME AGROFORESTIER l.m. (Angl.: agroforestry practice)**
En français, la tendance est d'appeler système un arrangement distinct des composants dans l'espace et/ou le temps, et d'appeler pratique un exemple local spécifique d'un système. Les mots "système" et "pratique" sont donc, dans cet usage, inversés par rapport à leurs homonymes en langue anglaise.
- TAUNGYA (SYSTÈME) l.f. (Angl.: taungya system)**
Système de production de ligneux forestiers combiné avec des cultures à courte rotation : les cultures ne sont faites que dans les premières années de la vie du peuplement forestier, tant que l'ombre n'est pas trop forte. Le système permet de faire entretenir les jeunes arbres par les paysans (KING, 1968).
- TAURILLON n.m. (Angl.: young bull)**
Jeune bovin mâle non castré.
- TECHNIQUE n.f. (Angl.: technic, technology)**
"Manière de faire ou ensemble de procédés employés pour produire une oeuvre ou obtenir un résultat déterminé" ou, familièrement "manière de faire".
Ainsi parle-t-on de la technique du cinéma. "Ensemble de procédés méthodiques et de moyens pratiques, fondés sur des connaissances scientifiques, employé à la production". Ex.: la technique radio-électrique. Savoir faire, habileté dans la pratique d'une activité. Ensemble des applications de la science dans le domaine de la production.
Ex.: une technique agroforestière, "an agroforestry technology".
- TECHNOLOGIE n.f. (Angl.: technology)**
Etude des techniques, des outils, des machines, des matériaux, des composants.
La technologie alimentaire est ainsi l'emploi des techniques scientifiques pour la préparation industrielle, la conservation et l'amélioration de la valeur nutritive des aliments. Ainsi, la technologie de calcul analogique et hybride est-elle "un ensemble de moyens et de méthodes qui, par la construction de modèles physiques composés d'éléments modulaires analogiques, logiques et numériques constituant un système de calcul, rendent accessibles l'observation et la mesure de la dynamique de nombreux phénomènes et processus industriels" (La Grande Encyclopédie Larousse, 1976, vol. 55). Terme souvent utilisé abusivement pour "technique".
- TÉLÉDÉTECTION n.f. (Angl.: remote sensing)**
Art de reproduire des images à distance.
La distance de transmission peut être de plusieurs dizaines à plusieurs milliers de kilomètres. La reproduction peut être faite par photographie ou, de plus en plus, par des technologies avancées, magnétiques ou autres, qui obligent à faire une "restitution" pour que l'image devienne visible et compréhensible à l'oeil.
- TERRES À PÂTURAGE l.f. sing. (Angl.: rangeland)**
Terme qui tend à remplacer "terrain de parcours" et désigne une terre ne convenant pas à l'agriculture pour des raisons physiques (précipitations trop faibles, drainage insuffisant, chaleur insuffisante ou trop forte, relief trop accentué, etc.) et servant de source de fourrage sur pied pour des animaux sauvages et domestiques se déplaçant librement ou presque librement. Cette terre peut servir aussi de source d'eau, d'activités de loisir, ou de produits ligneux (STODDART *et al.* 1955).

TERROIR n.m. (Angl.: terroir)

"Espace contrôlé par une collectivité paysanne, où se manifestent globalement l'accès de l'homme à la terre, les normes techniques de la société concernée, les déséquilibres profonds éventuels du (ou des) système(s) "de culture pratiqué(s)" (MILLEVILLE, 1982).

TONTE n.f. Action de tondre

Par ex. une haie (Angl.: **topiary**) ou des moutons (Angl.: **shearing**), voire des cheveux (Angl.: **hair cutting**).

TOPOPHYSIE n.f. (Angl.: topophy)

Statut morphogénétique d'un méristème déterminé par sa position sur la plante et non pas par son âge.

Une démonstration classique d'un axe végétal, lorsqu'il est bouturé, à donner naissance à une plante qui n'exprime pas la morphogénèse correspondant au stade de différenciation morphologique de l'axe bouturé. (TORQUEBIAI, comm. verb.). Ex.: le bouturage d'une branche plagiotrope de caféier donne un caféier rampant.

TRONC n.m.

1. Tige d'un arbre (Angl.: **trunk, log**).
2. Se dit aussi de la partie supérieure du corps humain (Angl.: **trunk**).
3. d'une boîte percée d'une fente pour recevoir des offrandes en argent (Angl.: **offertery box**).
4. de la partie principale (Angl.: "**stem**", par exemple dans "**brain-stem**", **tronc cérébral**; ou "**curriculum**", par exemple dans "**training common-core curriculum**", **tronc commun de formation**).

TRONÇONNER v. (Angl.: to cut stems into sections ou (ancien) to cross cut with saws)

Découper en billes (tronçons) des arbres abattus, ou des grumes, ou même des sciages.

TYPES DE VÉGÉTATION lm.pl. (Angl.: formation, vegetation type)

Grands ensembles végétaux qui impriment au paysage une physionomie particulière parce qu'ils résultent de l'accumulation d'espèces végétales, pouvant être spécifiquement variées, mais appartenant, en grande majorité, à une même forme biologique qui est ainsi dominante" (TROCHAIN, 1957).

La description d'une unité de paysage par sa végétation doit aller du général au particulier; on détermine d'abord le type de végétation, c'est-à-dire sa physionomie - et le premier caractère est la présence ou l'absence de ligneux -, puis on décrit comment il est composé, sa structure; ensuite on mentionne les espèces principales. L'UNESCO (1973) a proposé une hiérarchie pour la classification des types de végétation; les unités se succèdent dans l'ordre suivant:

classe
sous-classe
groupe de types de végétation
type de végétation
sous-type de végétation
divisions suivantes

Cette classification a été conçue pour la cartographie de la végétation aux échelles de 1/1 000 000 et plus petites. Le système est applicable à des échelles plus grandes en ajoutant des subdivi-

sions. Par ailleurs, on peut ajouter aux cartes les termes employés localement, s'ils ne sont pas en contradiction avec la terminologie proposée et s'ils sont significatifs pour les habitants des régions considérées (par ex. "campo cerrado" en Amérique latine, "daya" au Maghreb, ou "dehesa" en Espagne méridionale). Les classes sont les suivantes:

forêt dense
forêt claire
fruticée
fruticée naine
fruticée et formation analogues
végétation herbacées

UNITÉ AMIDON (U.A.) l.f. (Angl.: starch unit, S.U.)

Unité d'énergie nette pour la croissance et l'engraissement d'un animal. C'est la valeur de transformation d'un kg d'amidon en graisse. Correspond au nombre de kg d'amidon pur ayant la même valeur énergétique nette que 1 kg d'aliment. La valeur énergétique nette d'un kg d'amidon est 1 U.A.

1 U.A. = 2 360 Cal. ou environ 1,43 U.F.

L'unité amidon Kellner, ou Kellner NK (F), ou NK (F), est utilisée pour exprimer la valeur énergétique des aliments. Elle est calculée au moyen de l'équation

$NK (F) = 2,24 M.A.D. + k * M.G.D. + 2,36 (C.B.D. + E.N.A.D.)$
où k est un coefficient variant de 4,5 à 5,7 selon la nature de l'aliment. Une correction de 1,5 Cal. par gramme de cellulose brute est effectuée dans le cas des fourrages, et le résultat est multiplié par 0,95 pour les aliments concentrés.

"Enfin, Breirem exprime la valeur énergétique nette des aliments en unités fourragères scandinaves (U.F.S.) et en équivalents amidon (E.A.) à partir de l'équation précédente et en admettant que:

"1 U.F.S. = 1 650 NK (F)"

"1 E.A. = 2 360 NK (F)" (Min. de la Coop. 1974:879)

UNITÉ DE BÉTAIL TROPICAL ou U.B.T. (Angl.: Tropical Livestock Unit, T.L.U.)

Unité animale conventionnelle équivalente à un bovin de 250 kg de poids vif au Sahel, et variant avec les régions. Pour convertir le nombre recensé d'animaux en U.B.T., on multiplie ce nombre par un coefficient: 1,1 pour les dromadaires, 1 pour les buffles, les chevaux et les mules, 0,8 pour les ânes et les bovins adultes, 0,2 pour les pores et 0,1 pour les chèvres et les moutons.

Les T.L.U. valent 1 000 pounds aux E.U.A. et ont donc une autre valeur en Afrique du Sud. Utiliser le poids métabolique (cf. p. 84) est plus précis.

UNITÉ FOURRAGÈRE (U.F.) l.f. (Angl.: fodder unit)

Unité conventionnelle pour apprécier la valeur alimentaire des fourrages, fournissant la même énergie qu'un kilogramme d'orge.

VALEUR DIGESTIVE l.f. (Angl.: D value, digestibility value)

Digestibilité de la matière sèche, exprimée en pourcentage.

VALEUR FOURRAGÈRE (V.F.) l.f. (Angl.: fodder value)

Unité conventionnelle pour comparer les fourrages et que l'Institut national de la recherche agronomique (France) calcule avec l'équation:

$V.F. = (2,36 M.O.D. - 1,20 M.O.N.D.) / 1 650$

Dans l'expression de la valeur énergétique des aliments, le système des unités fourragères (U.F.), adapté des auteurs scandi-

naves par J.EROY, est le plus utilisé dans les pays francophones. La valeur nutritive d'un aliment correspond à la quantité d'orge qui donnerait la même valeur énergétique nette que lui.

Depuis 1959, l'Association française de zootechnie a recommandé de calculer la valeur fourragère des fourrages à partir de leur teneur en cellulose brute et en cendres (indicatrice de la matière organique). On utilise pour ce faire des tables établies par l'Institut national de la recherche agronomique.

VÉGÉTATION GRAMINOÏDE HAUTE I.F. (Angl.: tall graminoid type of vegetation)

Prairie haute où les formes graminoides hautes ont plus de 2 m de hauteur lorsque les inflorescences sont en plein épanouissement.

Des forbes peuvent être présentes mais avec un taux de conversion inférieur à 50% (sinon c'est une "végétation à forbes") (UNESCO, 1973)

VÉGÉTATION HERBACÉE I.F. (Angl.: herbaceous vegetation)

Dans le système de classification proposé par l'UNESCO (1973) pour les types de végétation, la végétation herbacée constitue la cinquième classe.

Type de végétation qui renferme les divers types de graminoides, forbes, et plantes herbacées flottantes.

On peut distinguer cinq sous-classes :

V.A - Végétation graminoides haute (Angl.: tall graminoid vegetation or tall grassland) ou prairie haute. Cette sous-classe correspond à la savane.

V.B - La prairie moyenne (Angl.: medium tall grassland). Cette sous-classe correspond à la savane pour partie et à la savane basse pour partie.

V.C - La prairie basse (Angl.: short grassland). Cette sous-classe correspond à la savane basse pour partie, à la steppe et à la pseudosteppe.

V.D - La végétation à forbes (Angl.: forb vegetation)

V.E - La végétation hydromorphe des eaux douces (Angl.: hydromorphic fresh water vegetation).

Ces sous-classes se distinguent par les caractères du tableau suivant:

	Présence de		Hauteur :	Habitat
	graminoides	forbes		
			graminoides	avec inflorescences épanouies
V.A.	dominante	0 - 50 %	2 m	terrestre
V.B.	dominante	0 - 50 %	0,5 - 2 m	terrestre
V.C.	dominante	0 - 50 %	0,5 m	terrestre
V.D.	0 - 50 %	dominante	-	terrestre
V.E.	dominante	éventuelle	-	aquatique

La classification de l'UNESCO (1973) est essentiellement destinée à la cartographie et n'utilise pas des termes qui, bien que fréquemment employés, ont donné lieu à beaucoup d'interprétations contradictoires, comme savane, steppe, pelouse, mais que nous essayons de définir comme dans le tableau ci-après:

Taille et climat	Végétation
Hauteur dépassant 1m20 {soumise à un climat tropical {soumise à un climat tempéré	savane prairie
Hauteur comprise entre 0m50 et 1m20 {soumise à un climat tempéré {soumise à un climat tempéré	savane basse prairie basse
Hauteur inférieure à 0m50, annuelles dominantes: {soumise à un climat tropical {soumise à un climat tempéré {arrêt de végétation par le froid {arrêt de végétation par la sécheresse	pelouse tropicale pelouse annuelle steppe pseudosteppe

Lorsqu'une végétation graminoides est étendue sur une grande surface et dépourvue totalement ou presque complètement de ligneux, on parle d'un type de végétation "ouvert" (Angl.: open). On parlera ainsi de "prairie ouverte" ou de "savane basse ouverte". Le contraire d'"ouvert" est "fermé" (Angl.: closed).

VERGER n.m. (Angl.: orchard)

Terrain planté d'arbustes et/ou d'arbres et/ou d'arbrisseaux, à hautes tiges, à vocation fruitière, ordinairement alignés, mais généralement non soumis à la taille.

VERGER AGRESTE I.m.

Verger où les alignements de ligneux sont largement espacés (15 à 20m) pour permettre entre les lignes la culture de céréales ou d'autres plantes. C'est un système agrisylvicole.

VERGER INTENSIF I.m.

Forme intermédiaire entre le jardin fruitier et le verger, où existent diverses espèces fruitières sur diverses formes cultivées parallèlement et en ordre plus serré qu'avec les prés vergers par ex.

VIABILITÉ n.f.

1. Etat d'un organisme viable, apte à vivre, présentant les caractères nécessaires pour durer.

Cf. "Durabilité" qui n'a pas le même sens. (Angl.: viability, capacity for living).

2. Dans un autre contexte, la viabilité est l'"état d'un chemin, d'une route, où l'on peut circuler" (Angl.: condition of a road) ou bien "l'ensemble des travaux d'aménagement (voirie, égouts, adductions) à exécuter avant toute construction sur un terrain (terrain viabilisé)" (ROBERT, 1985).

VOLIS n.m. (Angl.: windthrow)

Nom de la partie de la tige d'un chablis tombée au sol ou sur d'autres ligneux.

Syn.: on a utilisé aussi "rompis" et "volins" qui sont déconseillés. La partie restée sur pied de la tige cassée s'appelle chicon, ou encore chandelle ou chandelier ou (vieilli) étoc.

XÉROPHILE adj. (Angl.: drought-tolerant)

Qui tolère la sécheresse.

Suivant le contexte, peut aussi vouloir dire "de zones sèches" ou "supportant la sécheresse".

ZONE D'IMPACT D'UNE CLÔTURE l.f. (Angl.: fence-row)

Bande de terrain occupée par une clôture et comprenant le terrain non cultivé de chaque côté de la clôture proprement dite.

ZOOFORESTERIE n.f

Terme proposé par MONTSMA (1988) pour désigner les systèmes agroforestiers où les combinaisons entre végétaux ligneux et animaux sont dominantes.

Annexe 3

Capacité de charge, mythe ou réalité ?

Cette annexe est très largement et directement inspirée par un travail récent (DE LEEUW et TOTHIL, 1990), dont elle est une traduction libre, complétée seulement par quelques remarques ou références bibliographiques de détail.

En Afrique, l'accroissement des bovins d'élevage a diminué de 2,8% par an entre 1963 et 1970, à 1,25% par an entre 1970 et 1980. Les problèmes d'approvisionnement en fourrage et en eau n'en ont pas diminué pour autant : ils ont pris une importance relative plus grande depuis que les problèmes liés à la santé animale ont commencé d'être mieux maîtrisés. Contre les avis de quelques spécialistes (BAUMER, 1968; AURIOL *et al.*, 1968; LE HOUEROU, 1969), des forages profonds ont été réalisés qui ont eu pour conséquences négatives :

- de faciliter l'accroissement des troupeaux sans égard pour le potentiel des terres à pâturage autour des forages;
- d'encourager la sédentarisation et, par là, de réduire la mobilité des troupeaux;
- de contribuer à détruire l'équilibre ancien dans l'utilisation des terres et des eaux (S. SANDFORD, 1983 b; SWIFT, 1984), notamment par affaiblissement des structures sociales et des règles coutumières.

Quand des sécheresses exceptionnelles survinrent (1969 à 1975, puis 1979 en Afrique de l'ouest, 1960 à 1961, puis 1973 à 1976, et même 1984 en Afrique de l'est), on ressentit le besoin de mieux calculer la capacité de charge des terres à pâturage en Afrique.

La présente note (DE LEEUW *et al.*, 1990) analyse les méthodes de détermi-

nation de la capacité de charge, cherche à élucider les problèmes liés à l'application de ce contexte dans l'Afrique subsaharienne, et suggère des moyens d'élargir le concept pour améliorer ses possibilités d'application à tout le continent.

Définitions et hypothèses

On a défini la capacité de charge (C.C.) d'une terre à pâturage comme la nombre maximum d'herbivores qu'on peut y faire vivre d'une manière durable (F.A.O., 1988). Pour son évaluation on fait généralement l'hypothèse que le bétail a besoin d'absorber chaque jour de la M.S. correspondant à 2,5 à 3% de son poids vif. Ainsi, pour une U.B.T. de 250 kg, ce sont 2,3 à 2,7 t M.S. an⁻¹ qui sont nécessaires. On tient compte en plus de 3 coefficients multiplicateurs :

- l'efficacité de la paison (pourcentage de la quantité totale de fourrage que l'animal peut absorber);
- la perte de fourrage (qui est due au piétinement, à la décomposition, aux souillures, etc.);
- l'utilisation adéquate (proportion maximale de fourrage qui peut être pâturée sans entraîner de dégradation du pâturage).

Bien que chacun de ces trois facteurs doive être pris en compte, la plupart des estimations n'ont usé qu'un seul coefficient qui est supposé englober les trois. Par exemple, LE HOUEROU *et al.* (1977) ont fait l'hypothèse qu'au Sahel, 40% la matière sèche totale (M.S.T.) peut être consommée; en Ethiopie méridionale, COSSINS *et al.* (1987) ont supposé que l'U.B.T. avait besoin de 8 t M.S. an⁻¹ qui seraient transformées au taux de con-

version de 30%. VAN WIJNGAARDEN (1985) a proposé un facteur d'utilisation de 45% pour la M.S.T. pendant la saison sèche, en partant d'observations qui montrent que, lorsque l'utilisation est plus forte, la couverture herbacée pérenne diminue pendant la saison de croissance suivante.

Dans la partie aride du Niger, où la déflation et les pertes de M.O. du sol sont des préoccupations constantes, une couverture de protection de 0,2 t M.S. ha⁻¹ devrait subsister à la fin de la saison sèche, en admettant un taux de décomposition naturelle de 4% par mois, ce qui, avec 9 mois de saison sèche, correspond à une baisse de 30% de la biomasse de la fin de saison pluies (WYLIE *et al.*, 1988). Une méthode semblable d'ajustement pour les terres à pâturage couvertes surtout d'annuelles a été proposée par HIERNAUX (1982) au Mali. On a attribué des taux mensuels de disparition variables, correspondant à une baisse de 50% de la biomasse sur pied d'octobre à mars. Qui plus est, pendant la période chaude et humide de fin de saison sèche, les taux augmentent jusqu'à ce qu'il ne reste en fin juin que 10% de la biomasse d'origine.

Par suite de ces corrections et de ces ajustements, les estimations de C.C. varient. Par exemple, au Sahel, dans la région de l'isohyète 400 mm, avec une M.S.T. de l'ordre de 1,1 t ha⁻¹ (tableau 1) trois auteurs (LE HOUEROU *et al.*, 1977; HIERNAUX, 1982; WYLIE *et al.*, 1988) ont annoncé une C.C. sur l'année respectivement de 5,2, de 7,0 et de 4,4 ha.U.B.T.⁻¹ (19, 14, 23 U.B.T. km⁻²), ce qui correspond assez bien aux 5,5 ha.U.B.T.⁻¹ (18 U.B.T. km⁻²) avancés pour l'Afrique de l'est par PRATT et

	Pluviosité (mm)				
	200	400	600	800	
Afrique de l'ouest	0,6	1,1	1,7	2,2	LE HOUEIROU et HOSTE, 1977
Zimbabwe 1982 :					
Capacité de rétention de l'eau 100 mm	0,5	1,7	2,2	2,5	DYE et SPEAR, 1982
Capacité de rétention de l'eau 200 mm	0,7	2,6	3,2	3,7	DYE et SPEAR, 1982
Kenya 1989	1,1	2,3	3,6		DE LEEUW et NYAMBAKA, 1989 b

Tableau 70 - Estimation de la production totale de M.S. en fonction de la pluviosité

Source: DE LEEUW et TOHILL, 1990

GWYNNE (1977) avec une même pluviosité annuelle.

Capacité de charge moyenne d'après la matière sèche totale

On utilise couramment des relations empiriques entre la pluviosité annuelle ou saisonnière et la M.S.T. herbacée par hectare en fin de saison pour évaluer la C.C. (Tableau 1). Pour les 3 régions mentionnées, la M.S.T. ha^{-1} est plus élevée au Kenya qu'en Afrique de l'ouest, en raison d'une fertilité plus grande, d'une plus grande capacité en eau des sols, et d'une évaporation plus faible, cet ensemble permettant la prédominance d'une couverture herbacée pérenne. Toutefois, la M.S.T. en Afrique de l'ouest est moins différente qu'il n'y paraît si l'on tient compte de la capacité de rétention d'eau des sols. RAINS *et al.* (1979) ont suggéré d'augmenter de 50% les valeurs de la M.S.T. pour les sols profonds et lourds d'Afrique de l'ouest et de les réduire de 50% pour les sols superficiels pierreux; ainsi, sous 400 mm de pluie, la M.S.T. varierait entre 1,7 et 0,5 tM.S. ha^{-1} . C'est là une fourchette plus étalée que celle proposée par

DYE *et al.* (1982) pour le Zimbabwe, où la M.S.T. sur sols lourds était supérieure d'environ 50% à celle sur sols sableux (Tableau 3). Parcelllement, VAN WIJNGAARDEN (1985) dans l'est du Kenya a prédit pour une pluviosité saisonnière de 200 mm une M.S.T. de 1,1 t sur sols d'argile sableuse profonds et de 0,6 t sur sols superficiels à gravillons.

D'autres ajustements doivent tenir compte de l'écoulement de l'eau et de la couverture ligneuse. D'habitude, on tient compte de l'écoulement en remplaçant les précipitations totales par les précipitations efficaces. Par exemple, au Burkina Faso, dans les zones comprises entre 300 et 400 mm de précipitations, GROUZIS *et al.* (1983) ont montré que l'écoulement était de 10 à 23% des précipitations et leur équation de régression pour les précipitations efficaces sur la M.S.T. donne des résultats comparables à ceux de LE HOUEIROU *et al.* (1977). On se reportera à PENNING DE VRIES *et al.* (1982) et à HIERNAUX (1982, 1983 a) pour une analyse approfondie des effets du ruissellement et de l'infiltration sur la productivité primaire au Sahel.

Plusieurs auteurs ont débattu de la réduction de la M.S.T. herbacée qu'entraîne la couverture ligneuse. Au Kenya, VAN

WIJNGAARDEN (1985) a trouvé que chaque accroissement de 10% de la couverture ligneuse provoquait une baisse de 7% de la couverture d'herbes pérennes et que cette couverture devenait nulle lorsque la couverture ligneuse atteignait 90%. RAINS *et al.* (1979) ont établi une fonction non linéaire où la M.S.T. est réduite à 17% quand la couverture ligneuse atteint 60%. TIMBERLAKE *et al.* (1986) ont utilisé cette relation pour affiner leurs évaluations de la C.C. des terres pastorales du Mozambique. Un effet tout aussi important de la couverture ligneuse sur la M.S.T. herbacée de la zone sub-humide du Mali, avec une pluviosité moyenne de 1100 mm, a été signalé : sans couverture ligneuse, la M.S.T. herbacée y est de 5 tM.S. ha^{-1} , qui s'abaissent linéairement à 1 t lorsque la couverture ligneuse atteint 40% (PENNING DE VRIES *et al.*, 1982). En Afrique du sud, RUTHERFORD (1978) a confirmé ces relations inverses entre la production herbacée et la couverture ligneuse, tandis que dans sa carte de la C.C. au Botswana, FIELD (1978) a supposé une réduction de 5% de la C.C. chaque fois que les arbres, arbustes et arbrisseaux augmentaient de 100 unités. Cependant, la diminution de biomasse herbacée qu'entraîne la couverture ligneuse ⁽¹⁾ est quelque peu compensée par l'accroissement de la production de brouet, dont l'importance dépend de la composition spécifique et du degré de la couverture ligneuse.

Une approche orientée vers le bétail

On a critiqué l'utilisation de la production fourragère herbacée totale comme seul critère pour prédire la C.C., parce que cette méthode ne tient pas compte de la qualité de la biomasse et de sa valeur alimentaire pour le bétail. Si l'on doit étendre le concept de C.C. pour impliquer que le maximum permissible du taux de charge doit être à un niveau permettant de satisfaire les objectifs

(1) Quelques auteurs (par exemple BELSKY *et al.*, 1989) ont montré que dans certains cas la quantité de fourrage herbacée était plus grande sous le couvert des arbres qu'en dehors. Par ailleurs, la qualité du fourrage y est souvent meilleure, avec des feuilles plus tendres et plus larges.

spécifiques de production du bétail, alors il faut lier la C.C. à la valeur nutritionnelle, en particulier aux protéines brutes (P.B.), à la valeur énergétique, et au contenu en minéraux de la M.S.T. (F.A.O., 1988).

Des prévisions qualitatives de fourrage en environnement sahélien ont été fondées sur le fait qu'en-dessous de 300 mm de précipitations par saison, l'humidité du sol était le plus important facteur de contrôle de la croissance des plantes, tandis qu'au-dessus de 300 mm l'azote et, dans une moindre mesure, le phosphore du sol étaient les facteurs les plus importants (PENNING DE VRIES *et al.*, 1982). L'absorption d'azote par les plantes est essentiellement fonction des précipitations et sous des précipitations de 400 à 1000 mm, elle passe de 10 à 20 kg N.ha⁻¹ environ. En conséquence, pour n'importe quelle précipitation saisonnière donnée, le contenu en azote de l'herbe à la fin de la saison de croissance devient une fonction de la production totale. En raison de cette dilution de l'azote, PENNING DE VRIES *et al.* (*l.c.*) ont montré qu'en Afrique de l'ouest dans cette fourchette de précipitations, la M.S.T. augmentait de 1,1 à 4 t.ha⁻¹ tandis que le contenu en azote en fin de saison baissait de 1,0% à 0,5% (6,2% à 3,1% de P.B.).

La qualité élevée de la biomasse herbacée dans les zones arides a été confirmée au Kenya. Au Turkana, la moyenne des protéines dans des rations de bovins constituées presque entièrement de Graminées était de 11,6% de P.B. (1,8%N), et baissait quelque peu pendant la longue saison sèche mais en restant au-dessus de 8% de P.B. (1,3% N) (COPPOCK *et al.*, 1986). Des niveaux semblables, de 7,0 à 8,8% P.B. (1,1 à 1,4% N) dans les herbages de saison sèche ont été signalés par VAN WUNGAARDEN (1985) travaillant dans le Kenya oriental aride. Ces tendances de variations de la qualité des herbages le long des gradients de précipitations expliquent les performances de la croissance du bétail. Au nord du Nigéria, sous 320 mm de précipitations, les bouvillons prennent 80 kg pendant la courte saison des pluies et ne perdent guère de poids pendant la saison sèche si le fourrage est disponible en quantité suffisante (KLEIN, 1981; WYLIE *et al.*, 1983). A l'opposé, des bovins sur pâturage recevant plus au sud 400 à 500 mm gagnent 60 à 90 kg en saison des pluies, mais totalisent des gains annuels nets par tête bien plus bas parce qu'ils perdent de 30 à 50 kg pendant la saison sèche (HIERNAUX, non publié).

Pour réduire cette contrainte de qualité en saison sèche, des éleveurs traditionnels des zones semi-arides et sub-

humides d'Afrique de l'ouest ont adopté plusieurs stratégies, comme la mobilité du troupeau, ou l'appel à des sources de nourriture autres que l'herbe sèche sur pied. Les voies de la transhumance impliquent des parcours de longue distance jusqu'à des sources de meilleurs aliments, comme le delta intérieur du Niger au Mali central, la rivière Bénoué ou les rives du Lac Tchad. Dans le nord du Nigéria, des éleveurs sédentaires ont trouvé de meilleurs régimes de saison sèche pour leurs bêtes en les conduisant en début de saison sèche et après la moisson sur des terres cultivées où se trouvaient des résidus de récolte et plus tard dans la saison sur des pâturages de vallées et des recrûs post-brûlage (Tableau 2).

Pareillement, au Mali central, les sources principales de fourrage de saison sèche pour les bovins sont la paille de riz et le recrû après brûlage dans les champs qui ont été irrigués pendant la saison humide, tandis que les petits ruminants sont emmenés en brousse pour y profiter du brout (Tableau 3).

L'existence de ces ressources explique dans ces zones des taux de charge relativement élevés de 10 ha.U.B.T.⁻¹ (10 U.B.T. km⁻²) en saison sèche et de 6,4 ha.U.B.T.⁻¹ (16 U.B.T.km⁻²) en saison des pluies.

Pluviosité annuelle	700 mm			1000 mm		
	Saison humide	début de saison sèche	fin de saison sèche	Saison humide	début de saison sèche	fin de saison sèche
	juin - sept.	oct. - janv.	fév. - mai	juin - sept.	oct. - janv.	fév. - mars
savanes	76	24	59	96	56	22
recru après brûlis	6	1	11			
pâturage de vallée	8	28	3	1	5	58
brout	10	6	12	3	4	5
Total partiel	100	59	85	100	65	85
résidus de céréales		31	9		23	5
résidus de légumineuses		4	4		10	
résidus de cotonier		6	2		2	10
Total	100	100	100	100	100	100

Tableau 71 - Composition du fourrage de bovins dans 2 systèmes agri-sylvi-pastoraux et dans 3 saisons au Nigéria semi-aride (en % du temps de païsion)

Source: DE LEEUW et TOTHILL, 1990, d'après VAN RAAY et DE LEEUW, 1974

	Bovins	Ovins	Caprins
pâturage herbacé	53	59	11
brout	4	34	87
résidus de mil	6	7	2
résidus de riz et recrû	37		

Tableau 72 - Composition (en %) du régime alimentaire annuel de bovins, d'ovins et de caprins dans un système de production secondaire du Mali semi-aride

Source: DE LEEUW et TOTHILL, d'après DICKO-TOURE, 1980

Sources de variation

Un point faible du concept de C.C. est qu'on le considère souvent comme une évaluation statique, alors qu'il faut le regarder comme variable dans l'espace et dans le temps. La variabilité spatiale apparaît à plusieurs niveaux; elle est due à des différences de type de sol, de pression du pâturage, et d'incidence des feux, qui entraînent une composition floristique et un degré de couverture variables. Dans une terre à pâturage sahélienne, où des espèces à assimilation chlorophyllienne en C³ ou en C⁴ sont présentes et où l'on trouve des stratégies de germination contrastées, les variations spatiales et temporelles de la productivité sont grandes (BREMEN *et al.*, 1984). Par exemple, HIERNAUX (1983 b) a montré que dans un paysage dunaire du Sahel, la M.S.T. mesurée sur 3 ans varie de 1,8 à 2 t sur la crête, de 0,5 à 2,0 t sur la pente et de 2 à 7 t.ha⁻¹ dans les dépressions inter-dunaires, qui bénéficient de l'accumulation des eaux de ruissellement.

Dans les terres à pâturage avec des Graminées pérennes, le degré de la couverture végétale varie souvent de façon importante. VAN WIJNGAARDEN (1985) a montré qu'à l'exception des différences dues à la profondeur, à la texture et à la fertilité des sols, la réponse aux précipitations est essentiellement dépendante du couvert des plantes pérennes. Dans les zones pastorales, la réduction de la couverture végétale est souvent inévitable et liée à des "zones de sacrifice" le long des routes du bétail, autour des points d'eau et autour des habitations.

La variabilité sur une grande échelle peut se déduire quelquefois de cartes de la végétation détaillées. Dans une petite région (260 km²) du Burkina Faso, la productivité des terres à pâturage a été relevée et cartographiée en 1977 et en 1980 quand la pluviosité saisonnière était respectivement de 440 et de 310 mm. Comme le montre le tableau 4, la distribution des classes de productivité s'est étalée de 0,2 à 5 t.ha⁻¹ et a changé de façon significative entre les années.

	1977	1980
Pluviosité moyenne (mm)	440	310
t M.S.ha ⁻¹ en % de la surface		
0,2 - 0,5	3	22
0,5 - 1,0	29	30
1,0 - 1,5	33	17
> 1,5	35	31
Moyenne pondérée	1,1	0,8

Tableau 73 - Distribution spatiale de la biomasse en t M.S.ha⁻¹ (en %) dans le N.O. du Burkina Faso en 1977 et 1980

Source: DE LEEUW et TOTHILL, 1990, d'après fig. 1 de GROUZIS et SICOT, 1983

Dans les années récentes, la variabilité de la M.S.T. sur de vastes zones a été évaluée par les images radiométriques avancées à très haute résolution (A.V.H.R.R.) de l'Administration des U.S.A. pour l'océan et l'atmosphère (NOAA), utilisant des équations de régression de la différence normalisée de l'indice de végétation (N.D.V.I.) de la M.S.T. qui prédit la production herbacée par tranches de 0,4 t.ha⁻¹ (TUCKER *et al.*, 1983; DE LEEUW *et al.*, 1989 a). Au Niger, dans une zone de 150 à 400 mm de précipitations, les images de distribution en 1985 et en 1987 ont montré que sur environ 40% de la surface étudiée, la M.S.T. était de 0,8.t.ha⁻¹ ou au-dessus (Tableau 5). Cependant, en 1987, la croissance était insignifiante au N. de 15,5°N., tandis qu'en 1985, la croissance était bien nette jusqu'à 18°N., comme d'ailleurs dans les pays sahéliens voisins (TUCKER *et al.*, 1986).

Ces variations inter-annuelles sont dues à bien des facteurs dont le plus important est la pluviosité. Au Sahel, les coefficients de variation le long du gradient de 200 à 600 mm sont d'habitude de 20 à 30% et pour une moyenne de précipitations de 400 mm il y a 10% de chances que le total sera moins de 300 mm ou plus de 560 mm. Ainsi avec une probabilité P 0,8 pour la moyenne de 1,1 t M.S.ha⁻¹, comme donné par le tableau 4, la M.S.T. peut varier entre 0,9 et 1,5 t.ha⁻¹ (HIERNAUX, 1982; PENNINGDE VRIES *et al.*, 1982). De telles variations inter-annuelles de la production ont été trouvées par GROUZIS *et al.* (1983) dans le Burkina Faso semi-aride. Pour une moyenne de précipitations de 400 mm, la biomasse médiane était de 1 t M.S.ha⁻¹ s'étalant de 0,8 à 1,4 t à 90% et 10% de probabilité respectivement ou correspondant à une C.C. de 7,4 et 4,1 ha.U.B.T.⁻¹ (13,5 et 24,4 U.B.T.km⁻²) (Tableau 6). En 1977, le taux de charge pendant la saison sèche avait été évalué à 3,9 ha.U.B.T.⁻¹, ce qui impliquait que la zone allait sûrement être surchargée pendant pas mal d'années.

t M.S.ha ⁻¹	1985	1986	
34	0 - 0,2		(WAGENAAR et DE RIDDER, 1986) (WYLIE <i>et al.</i> , 1986)
730	0,2 - 0,85		
824	0,8 - 1,43		
moyenne pondérée	0,2	0,5	

Tableau 74 - Pourcentage de la biomasse herbacée sur pied (t.M.S.ha⁻¹) au N. du Nigéria en 1985 et 1987 d'après les données des satellites A.V.H.R.R./NOAA par 14,5°-16°N., et 5°E.

Source: DE LEEUW et TOTHILL, 1990

Probabilité en %	90 %	50 %	10 %
Précipitations en mm	295	410	575
Biomasse en tM.S.ha ⁻¹	0,77	1,02	1,38
C.C. en ha.U.B.T. ⁻¹	6,7	5,6	4,1

Tableau 75 - Probabilité des précipitations, de la biomasse et de la capacité de charge dans le Nord du Burkina Faso

Source: GROUZIS et SICOT, 1983

Classe de production	% des années (t.M.S.ha ⁻¹)	production moyenne	SD
2,0	4	0,4	(0,3)
1,0 - 1,9	20	1,6	(0,3)
2,0 - 2,9	29	1,6	(0,3)
3,0 - 3,9	25	3,6	(0,3)
4,0 - 4,9	12	4,4	(0,2)
4,9	10	6,4	(0,8)

Tableau 76 - Distribution de la fréquence de la M.S. herbacée annuelle dans le Kenya semi-aride

Source: DE LEEUW et TOTHILL, 1990, adapté de DE LEEUW et NYAMBAKA, 1989

Dans des régions semi-arides avec une distribution des pluies bimodale, la variabilité est bien plus grande. Par exemple, dans l'E. du Kenya avec une pluviosité annuelle de 580 mm enregistrée sur 73 ans, on a un coefficient de variation de 52% dû à la variabilité combinée de deux saisons de pluies de 310 et 270 mm avec des coefficients de variation qui sont respectivement de 65%

et 74%. A partir d'une équation de régression de la pluviosité saisonnière sur la M.S.T., on calcule que les productions ont varié de 0,3 à 7,5 t.ha⁻¹. Dans 25% des années, les productions ont été inférieures à 2 t, et dans 22% elles ont été au-dessus de 4 t, avec une moyenne de 3,1 t.ha⁻¹ (Tableau 7). Finalement, la C.C. moyenne serait de l'ordre de 2 ha.U.B.T.⁻¹, ce qui est voisin des taux de

charge effectivement mesurés dans les ranches collectifs des Maasai avec une pluviosité comparable (DE LEEUW *et al.*, 1984; BELL, 1982). Toutefois, étant donnée cette grande variabilité inter-annuelle, il va de soi que ces ranches, une année sur quatre, courent le risque d'être sérieusement surchargés si la population animale reste statique et n'est pas victime des sécheresses ou ajustée grâce à des ventes.

Taux de charges réels

La question se pose dans quelle mesure ces estimations théoriques de C.C. sont conformes aux taux de charge observés. Au Niger, la C.C. moyenne sur 1985-1987 a été calculée de 6,7 ha.U.B.T.⁻¹ (15 U.B.T.km⁻²) dans une région avec 150 à 400 mm de précipitations le long d'un gradient N.-S. et produisant 0,7 à 0,8 t.M.S.T.ha⁻¹ (WYLIE *et al.*, 1988). On ne dispose pas de recensement de bétail pour ces années, mais en 1981-1982, avant la sévère sécheresse de 1984, le taux de charge réel était estimé à 13,5 ha.U.B.T.⁻¹ (7,5 U.B.T.km⁻²) ou environ la moitié de la capacité théorique. Ces estimations proviennent de reconnaissances aériennes systématiques où l'on comptait le bétail sur 80 000 km². On a établi que 60% du troupeau total étaient des bovins, tandis que les dromadaires, les petits ruminants et les ânes comptaient pour 13%, 24% et 3% respectivement (DE LEEUW *et al.*, 1983; MILLIGAN, 1982).

Des reconnaissances semblables ont été conduites au Mali, avec 150 à 500 mm de précipitations (BOURN *et al.*, 1985). Les taux de charge moyens pour la saison sèche 1983-1984 furent évalués à 18 et 25 ha.U.B.T.⁻¹ (5,6 et 4,0 U.B.T.km⁻²) respectivement, et bovins et petits ruminants représentaient respectivement 76% et 21% de la masse totale du bétail. Un examen plus attentif des résultats de ces vols de reconnaissance systématiques a montré qu'en saison des pluies le taux de charge réel montait rapidement le long du gradient N.-S., de 62 ha.U.B.T.⁻¹ (1,6 U.B.T.km⁻²) dans la

zone de 150 à 200 mm, jusqu'à 11 ha.U.B.T.⁻¹ (9.1 U.B.T.km⁻²) dans celle de 400 à 500 mm.

Des taux de charge bien plus élevés ont été enregistrés au Sénégal où le développement de forages profonds se poursuit depuis deux décennies (SUTTER, 1987). Dans une région de 30 000 km² le long d'un gradient pluviométrique de 200 à 500 mm, les taux de charge moyens étaient de 7,4 ha.U.B.T.km⁻² en 1983. Cependant, les reconnaissances aériennes ont montré une distribution inégale. Dans 40% de la zone, la charge était de moins de 20 ha.U.B.T.⁻¹ (5 U.B.T.km⁻²) tandis que 25% de la zone supportaient 15 à 50 U.B.T.km⁻² et 5 autres % plus de 50 U.B.T.km⁻² (SHARMAN, 1983). Pendant les années favorables de 1980 à 1982, la M.S.T. était de l'ordre de 1,0 à 1,3 t.ha⁻¹ et bien distribuée sur toute la zone. Par exemple en 1981, seulement 8% de la zone ont produit moins de 0,4 t.ha⁻¹, alors que près de 40% ont produit 1,2 t.ha⁻¹ ou plus (TUCKER *et al.*, 1983). Pour cette période, la C.C. a été calculée voisine de 5 ha.U.B.T.⁻¹ (20 U.B.T.km⁻²), bien au-dessus de la C.C. réelle. Cependant, les pluies furent très maigres en 1983 (en moyenne 100 mm pour 22 stations), d'où il est résulté que dans presque 80% de la zone, la M.S.T. était inférieure à 0,2 t.ha⁻¹, causant de sérieuses disettes, un taux de mortalité élevé et un exode du bétail vers des régions plus au sud (VAN PRAET *et al.*, 1983). La simulation de la production de M.S.T. dans cette zone n'a pas su prévoir des productions aussi basses. CORNET (1984), utilisant un modèle sophistiqué de l'équilibre en eau, a calculé que la production de M.S.T. inférieure à 0,6 t.ha⁻¹ devrait apparaître une fois tous les 20 ans, tandis que, 4 années sur 5, elle devrait être supérieure à 1,1 t.ha⁻¹. Ainsi, en général, les terres à pâturage du Sahel sont-elles sous-utilisées la plupart du temps, mais très lourdement surchargées en années de sécheresse exceptionnelle. Mais il n'y a pas moyen d'éviter de telles stratégies opportunistes de la part des pasteurs, puisque l'alternative d'une charge conservatrice

adaptée au retour d'années où la pluie fait presque complètement défaut conduirait à une réduction de la capacité moyenne de soutien humain de ces terres à pâturage (S. SANDFORD, 1984).

Des taux de charge en herbivores plus élevés avec l'augmentation de la pluviosité annuelle ont été aussi mis en évidence par BELL (1982), utilisant des données pour l'Afrique orientale et méridionale tirées de COE *et al.* (1976). Ces tendances ont été confirmées par BOURN (1976) pour toutes les régions subsahariennes jusqu'à 1200 mm; au-dessus, les densités baissent, probablement à cause de la tsé-tsé. Cependant, en séparant les sites utilisés par BELL (1982) suivant leur fertilité, bonne ou mauvaise, le lien entre la pluviosité annuelle et le niveau de charge est moins net. Dans la fourchette de 700 à 900 mm de précipitations, les densités d'herbivores, faune sauvage comprise, correspondaient à 25 à 33 U.B.T.km⁻² sur des sols fertiles développés sur matériaux volcaniques et alluviaux, qu'il faut comparer aux 5 à 8 U.B.T.km⁻² des sites peu fertiles sur complexe de base recevant 800 à 1100 mm. BELL (*l.c.*) en a conclu que la production de M.S.T. est un médiocre indicateur du fourrage consommable par les herbivores, et que la qualité nutritive est par conséquent un déterminant important de la capacité de charge. Une telle interaction entre pluviosité et statut nutritionnel du sol renforce les relations mises en évidence par PENNING DE VRIES *et al.* (1982), qu'on a présentées ci-dessus.

Bien que d'après BOURN (1976), le danger de typanosomiase ait d'habitude été lié aux bas taux de charge dans les zones sub-humides d'Afrique de l'ouest, la qualité médiocre des ressources fourragères est un autre facteur susceptible de l'expliquer, car la plupart des sols de cette zone dérivent du complexe de base. Cependant, avec une densité de population en hausse, le défi de la tsé-tsé est moins important, spécialement au Nigéria, et les taux de charge s'y sont élevés rapidement dans la zone sub-humide

pendant les deux dernières décennies. Néanmoins, de 1980 à 1984, la densité des bovins a varié de 4 à 40 têtes.km⁻² avec une moyenne d'ensemble de 10 têtes.km⁻² pour toute la zone (BLENCH *et al.*, 1985). Comme la M.S.T. moyenne est de l'ordre de 3 t.ha⁻¹, une C.C. basée sur la biomasse seulement serait de l'ordre de 2 ha.U.B.T.⁻¹ ou d'environ 65 bovins.km⁻². Cependant des vols de reconnaissance systématique étendus et répétés ont montré qu'au Nigéria la distribution du bétail est réglée par de nombreux facteurs, les principaux étant la densité des points d'abreuvement de saison sèche, la densité de la population rurale et les infrastructures (BLENCH *et al.*, *l.c.*).

Discussion et conclusions

On a décrit deux approches principales pour déterminer la C.C., basées sur les plantes ou sur les animaux. Dans la première, les ressources fourragères sont évaluées et l'utilisation permise par le bétail est pré-conditionnée par des facteurs d'utilisation appropriée qui sont destinés à prévenir la sur-exploitation et à préserver une productivité durable des terres à pâturage. Les extrants en fourrages peuvent être estimés de façon empirique ou d'après des modèles de simulation qui utilisent la pluviosité ou des techniques de bilan d'eau du sol, permettant une prévision à plus long terme s'appuyant sur les données climatiques du passé. L'utilisation par le bétail est prédite d'après les besoins journaliers connus en nourriture et l'utilisation appropriée et fixée entre 30% à 50% de la biomasse herbacée disponible. Le taux d'utilisation dépendant de la fragilité connue ou supposée du système.

L'approche basée sur l'animal suit une voie semblable en ce que la quantité permise de fourrage que le bétail peut enlever est déterminée comme dans l'approche basée sur les plantes. Cependant, comme les taux de charge permis sont supposés permettre la nutrition adéquate du bétail pour atteindre les objectifs de production désirés

(en termes de suivi, de lait, de croissance, etc.) la qualité de l'herbage et des éléments nutritifs doit être prise en compte. Il est évident qu'en raison des variations saisonnières dans le contenu en éléments nutritifs des herbages naturels, les taux de charge déterminés par cette méthode tendent à être inférieurs à ceux prédits par l'approche basée sur les plantes. Par exemple, si l'on désire des productions laitières soutenues pendant la longue saison sèche, de grandes surfaces de terrain peuvent être nécessaires pour fournir aux vaches laitières un régime de valeur nutritionnelle adéquate.

Les deux approches posent des problèmes associés aux caractéristiques de l'environnement africain et aux systèmes de production qu'on trouve dans les zones écologiques variées. Ils ont rapport à l'échelle (la surface d'évaluation), au mélange d'espèces, à la mobilité, à la tenure des terres et aux objectifs de production des producteurs réels.

Le concept de C.C. présuppose que le bétail est maintenu dans des zones déterminées avec des limites reconnues. De telles conditions existent rarement en Afrique. La mobilité du bétail, tout ensemble avec des droits de tenure communautaires et des droits fluides d'accès à l'eau et au pâturage ne facilitent pas le calcul de capacité de charge significative. Dans les deux groupes de systèmes, transhumants et agrisylvipastoraux, le bétail dépend de plusieurs niches dans l'écosystème, tandis que dans les zones cultivées, les résidus des cultures sont une importante source de nourriture. Les contributions au régime annuel des différentes sources d'aliments sont difficiles à quantifier, comme il est difficile de préciser la surface utilisée par chaque troupeau.

L'échelle de l'évaluation de la C.C. a une signification importante pour son exactitude et son utilité. Si l'on vise à des inter-relations directes entre les extrants animaux et les intrants en aliments, il faut déterminer les ressources dans l'orbite pastorale du producteur individuel.

On y arrive plus facilement pour des agriculteurs mixtes que pour des pasteurs nomades ou transhumants. Pour ces derniers, l'utilisation en commun de ressources pâturables implique que seules ont un sens les valeurs agrégées de la capacité de charge, les dimensions de la zone dépendant des limites de l'utilisation en commun.

Alors que, par exemple, il est des agriculteurs mixtes du Kenya semi-aride qui ont un titre de propriété légal permettant une évaluation des fourrages à la disposition de leurs bêtes, des ranches collectifs comptent 30 à 50 familles utilisant 10 000 ha ou plus avec des droits de pacage définis de manière floue dans leurs limites. Dans la plupart des régions d'Afrique du sud, les agriculteurs qui possèdent du bétail ont des droits usufruitiers stables sur le territoire qu'ils cultivent, tandis que les terres à pâturage communes sont partagées avec de nombreux ayants-droits. Ceci implique que l'échelle à laquelle on doit estimer la capacité de charge est la surface entière du village. En Afrique occidentale, les agriculteurs propriétaires de bétail confient celui-ci à des pasteurs, soit sur une base permanente, soit durant la saison des cultures, quand le bétail pourrait endommager celles-ci. En conséquence, le calcul de la C.C. doit inclure des unités de terrain diverses, quelquefois éloignées de plusieurs kilomètres.

Dans les pays développés, l'exploitation des terres à pâturage par plusieurs espèces n'est pas commune. Même si l'on élève plus d'une espèce, on leur donne en général des zones de pâturage séparées. En Afrique, les élevages multi-espécifiques sont la règle. Dans les zones les plus sèches dominent camelins et petits ruminants, tandis que dans les régions mieux arrosées, les bovins et les petits ruminants vont ensemble tant chez les petits agriculteurs que dans les ranches de groupes des Maasai. En conséquence, plusieurs entreprises de bétail sont combinées dans la même unité de gestion. Comme les préférences alimentaires entre espèces diffèrent,

l'évaluation de la nourriture disponible devient plus compliquée, particulièrement quand le brouet d'espèces ligneuses devient un composant important. Dans les pays développés, on a appliqué le concept de C.C. surtout à des entreprises de production bovine et en conséquence les herbes graminoides choisies par les bovins sont devenues la norme pour identifier les espèces désirables. Les autres herbes, les buissons rabougris et les espèces ligneuses plus grandes sont classées comme indésirables et abaisseraient la C.C. en proportion de leur abondance. Dans des entreprises multi-espécifiques, on sous-estimerait la C.C. en mettant l'accent sur les herbes graminoides si la valeur pastorale des herbes et des espèces ligneuses était évaluée négativement.

Néanmoins, le concept de C.C. est utile pour la planification, pour calculer la productivité moyenne des terres en matière de ressources fourragères, et les extrants en bétail qu'on peut espérer. Tandis que pour des prévisions générales on peut avoir besoin de moyennes sur de longues périodes, il faut réaliser les limitations de telles données à la lueur des fluctuations brutales dans le temps et dans l'espace. Les limites supérieures et inférieures de la C.C. doivent être considérées et liées aux probabilités des niveaux attendus de production herbagère avec les effets interactifs de la sur-utilisation et de la sous-utilisation à moyen terme.

En fin de compte, la validité ultime du concept de C.C. réside dans la reconnaissance que les ressources fourragères dépendent d'une série entrecroisée de facteurs environnementaux, qui fixent les limites supérieures et inférieures de la productivité primaire aussi bien que de la productivité secondaire à court terme mais plus encore à long terme. Tenant compte du déclin de la production alimentaire par tête en Afrique, il y a un risque que les politiques destinées à mettre en valeur la capacité de soutien humain des terres pastorales d'Afrique dans le court terme en ignorent les

ANNEXE 3

conséquences à long terme. C'est pourquoi, bien que le concept de C.C. puisse être d'une utilité limitée pour les conditions de l'Afrique, il convient d'accepter pleinement les principes sous-jacents sur lesquels il est basé, sans lesquels aucun développement soutenu des ressources ne pourrait être accompli.

Annexe 4

Vers à soie et mûrier

Le mûrier appartient à la famille des Moracées. (bien qu'on l'ait classé longtemps parmi les Urticacées). Il y a de nombreuses espèces de mûriers et plusieurs sont cultivées. D'une façon générale, les mûriers sont à croissance rapide, à enracinement superficiel, faciles à cultiver et à propager, et fructifient dès l'âge de deux ou trois ans avec une grande régularité, et ils ont une période de fructification assez allongée; suivant les espèces, les produits que l'on recherche diffèrent, mais ce sont souvent les fruits qui sont appréciés: ceux-ci sont de grande valeur alimentaire: par exemple, les fruits du mûrier blanc sont riches en calcium, en fer et en vitamines B. En Afghanistan et en Syrie, on sèche couramment les fruits pour les conserver pour l'hiver: on les consomme après réhydratation ou sous forme de farine, et des centaines de milliers de personnes, encore il y a un demi-siècle, se nourrissaient largement sinon essentiellement de mûres séchées pendant les mois les plus rigoureux. Nous avons vu encore cette pratique dans le Kurdistan iranien en 1969. Certains mûriers sont recherchés pour leur écorce qui, après rouissage, constitue une bonne matière textile; ainsi l'écorce de l'espèce tropicale africaine *Morus mesozygia*, le difou, a-t-elle été utilisée en Haute Côte d'Ivoire et au Burkina Faso jusque vers 1910 comme un succédané de l'arbre à pagnes *Antiaris africana*, une autre Moracée, et du *Ficus Rokko*. Chez certaines espèces, comme le difou, le bois est très recherché; il ressemble à celui de l'iroko, *Chlorophora excelsa*, et au Zaïre, dans la région d'Iba, près de la Lukénié, on lui donne le nom de "n'deko na mulundu", c'est-à-dire "le frère du *Chlorophora*". Mais ce sont ici surtout les feuilles qui nous intéressent, car elles servent de fourrage, soit pour le cheptel,

notamment les pores, soit pour les vers à soie; elles peuvent aussi servir dans l'alimentation du lapin. Les feuilles sont consommées à l'état frais ou bien séchées; on cueille avec soin les feuilles des mûriers pendant l'automne: ces feuilles constituent une précieuse nourriture hivernale quand elles sont bien séchées et conservées. Les feuilles des mûriers étaient même si appréciées en France pour l'alimentation du bétail qu'il fallait quelquefois, dans les départements ou les communes séricicoles, en interdire le ramassage pour d'autres fins que l'approvisionnement des vers à soie, par des arrêtés préfectoraux ou municipaux. La valeur nutritive des feuilles est bonne; on a pu nourrir pendant un mois des boeufs avec 8 kg par jour de feuilles de mûrier et du foin d'*Eleusine coracana* à volonté, obtenant un gain en poids variant entre 2 et 21 kg; le mélange de feuilles et de rameaux de mûrier utilisé comprenait en moyenne pour 100 kg de matière sèche:

- ♦ 7,84 kg de protéines brutes digestibles,
- ♦ 48,35 kg de matières digestibles totales,
- ♦ et 35,46 kg de lest.

Ces valeurs sont compatibles avec celles données par PANDAY (1982) pour le mûrier blanc, par rapport à la matière sèche: 13,99% de protéines brutes, 13,80% de cendres, 49,70% d'extractif non azoté, 6,80% d'extractif à l'éther et 15,71% de fibres brutes. Dans une série d'essais faits au Rwanda, EGLI (1988) a trouvé que la qualité fourragère des mûriers était de loin supérieure à celle des autres espèces ligneuses trouvées dans le pays. Par contre, les mûriers s'installent plus lentement que les calliandras ou les leucaenas, bien que leur multiplication végétative soit facile; à l'âge de six mois,

la hauteur moyenne des plants de mûrier n'était que de 1,22m alors que celle des plants de calliandras était de 1,69m en moyenne et celle des plants de leucaenas de 2,40m (EGLI, *l.c.*). Au bout de quelques années, la production fourragère des mûriers peut devenir aussi importante que celle des deux autres espèces, et la production de bois par rapport à celle des feuilles est plus importante. La figure 12 montre quelles ont été les productions de bois et de feuilles après deux coupes successives (EGLI, *l.c.*).

La sériciculture dans le monde

A noter qu'un effort particulier avait été fait par la France en Indochine pour développer la plantation de mûriers spécialement sélectionnés et un élevage de *Bombyx mori* donnant des fils de très bonne qualité.

Le mûrier est un arbre des régions tempérées de l'hémisphère boréal; extrêmement rustique, il peut résister à des froids de -25°C. Il ne supporte pas les sols à alcali et les jeunes plants meurent entre le 75ème et le 360ème jours lorsque plantés dans des sols dont le pH peut exceptionnellement atteindre 9, voire 10. Son aire de végétation est très étendue. Le mûrier blanc (2n = 28) a son origine en Asie orientale, depuis la Mandchourie jusqu'au Tonkin; le mûrier noir, qui possède un nombre étonnant de chromosomes 2n = 89 ou 106 ou 308 (ZEVEN *et al.*, 1982) est originaire des régions entourant le sud de la Mer Caspienne. Le groupe *Morus cathayana* (2n = 56 ou 84 ou 112) est originaire du centre de la Chine méridionale et son aire d'origine est partiellement recoupée par celles de *M. notabilis*, de *M. wittorium*, et de *M. mongolica*. On trouve ainsi des mûriers dans la plupart des

La sériciculture en France

La sériciculture en France a une histoire compliquée, sur laquelle l'influence de l'évolution des techniques et des conditions économiques est grande. Quelques dates importantes marquent cette histoire :

- 1234, début de la sériciculture en France, dans les Cévennes;
- 1709, gel des châtaigniers;
- vers 1720, la vallée de Valleraugues produit 200 t de cocons;
- 1763, le français BOISSIER de SAVAGE publie "Mémoires sur l'éducation des vers à soie et sur la culture des mûriers";
- 1778, les marchés espagnols et américains se ferment; crise de la Révolution;
- 1820-1853, âge d'or : 26 000 t de cocons en 1853;
- 1937, seulement 641 t de cocons;
- 1941, seulement 594 t de cocons;

A la veille de la seconde Guerre mondiale, les pays producteurs se classaient dans l'ordre suivant: Japon (avec environ 320 000 t de cocons frais chaque année), Chine, Italie, U.R.S.S. (avec environ 25 000 t de cocons frais par an). Les conditions de travail étaient très dures en France, où les lois sociales n'existaient pas avant 1934. L'extrait du règlement de 1905 pour les fileuses logées des Cévennes en donne un aperçu qui fait sourire aujourd'hui :

- Article 1 - Les fileuses doivent obéissance et soumission aux personnes chargées de les surveiller, tant à la maison qu'à la filature.
- Article 2 - Au premier coup de sirène, c'est-à-dire à 5 heures et demi du matin, les fileuses devront se lever et procéder à leur toilette, afin d'arriver à la filature 5 minutes avant le commencement du travail, c'est-à-dire à 6 heures.
- Article 3 - Il est expressément défendu de manger ou de garder des comestibles dans le dortoir qui doit être tenu dans un état de propreté absolu. Toutes les semaines 2 ouvrières seront désignées à tour de rôle par la surveillante pour balayer les locaux et vider les eaux sales.
- Article 6 - Pendant le repos, les ouvrières peuvent se promener et se distraire dans la cour attenante à leur logement; elles ne doivent aller en ville que pour faire les achats qui leur sont indispensables, après avoir obtenu l'autorisation de leur surveillante.
- Article 7 - Il est absolument défendu d'aller en ville sous aucun prétexte sans autorisation. La porte de la maison donnant sur la rue sera fermée à 6 heures l'hiver, à 8 heures l'été. Celle donnant sur la cour, à 8 heures l'hiver, à 9 heures l'été. Celles qui, après l'heure indiquée, iraient en ville sans autorisation préalable de Monsieur le Directeur, seraient congédiées et perdraient leur droit au voyage aller et retour.
- Article 9 - Après 9 heures du soir, les lumières seront éteintes, tant au dortoir qu'au réfectoire, et les ouvrières devront être couchées et garder le silence.
- Article 10 - Les ouvrières doivent assister aux offices le dimanche et les jours fériés.

En 1928, l'apparition des textiles artificiels, puis celles des synthétiques concurrençaient durement la soie et les textiles naturels en général.

Depuis quelques années, la Coopérative séricicole des Cévennes, utilisant des espèces de mûriers très productives et des techniques modernes, a relancé la production d'une soie de grande qualité dans les Cévennes.

pays d'Asie, en Inde et jusqu'au pied de l'Himalaya, dans tous les pays au sud de la Mer Caspienne, en Syrie, au Liban, en Asie Mineure et en Grèce; une espèce, *M. arabica*, a même son aire d'origine dans le sud-est de la péninsule arabique,

Pratiquement, tous les pays méditerranéens connaissent le mûrier et plus particulièrement la Turquie, l'Italie, l'Espagne, le Maroc, l'Algérie et la France. Mais on le rencontre aussi en Norvège, en Suède, en Autriche, en Al-

lemagne ainsi que dans les autres pays d'Europe. Des essais d'introduction ont été faits dans des pays africains, notamment en Afrique du Sud, en Algérie (où l'on en plantait 40 000 dès 1931 et 77 000 en 1932), au Maroc, en Tunisie, pays où il s'est acclimaté. D'Afrique du Sud, il a même commencé d'envahir le sud du Mozambique. Il a été introduit aussi en Ethiopie, en Guinée où PORTERES avait envisagé vers 1932 de développer une petite sériciculture familiale en liaison avec l'irrigation de parcelles, au Kenya, à Madagascar où la sériciculture existait avant l'occupation par les Français, probablement introduite directement de la Chine, au Rwanda, ...

Pour le difou, dont AUBREVILLE avait très tôt signalé (1936) que son fruit, petit et jaune, sans être succulent, était comestible, il ne semble pas qu'on ait systématiquement étudié ses possibilités pour l'élevage de vers à soie.

Les vers à soie ne se nourrissent d'ailleurs pas exclusivement de feuilles de Moracées; ainsi, d'après CONSTANCA (1905), c'est sur un jujubier, *Zizyphus mauritiana* que vit le *Bombyx Faidherbia*, ver à soie du Mali: "on dit cette soie utilisable, mais elle est, paraît-il, très difficile à filer". En 1991, nous avons essayé, sans succès, de trouver des échantillons de soie malienne ou burkinabé dans le territoire situé à l'est du pays dogon; cependant, Madame ZERBO, de l'IRBET, à Ouagadougou, nous assure que cette fabrication de soie survit et que les tissus produits servent à des cérémonies religieuses.

Un exemple de relance de sériciculture: les Cévennes

Deux sortes de mûriers: le mûrier blanc et le mûrier noir, sont principalement utilisés dans les Cévennes.

Si le mûrier blanc, qui est à la base de l'éducation du ver à soie, peut pousser dans la plupart des régions de France, il ne peut être exploité pour ses feuilles

que dans les zones où sa durée de végétation est suffisante pour permettre au bois d'aoûter (de se lignifier). Les zones de prédilection sont donc celles situées entre les Alpes, les Cévennes et la Méditerranée. Ainsi sa culture ne sera guère praticable dans les régions où les gelées blanches se manifestent trop souvent et trop tardivement, dans les pays où les brouillards sont fréquents et intenses, ni dans les régions qui sont trop souvent nuageuses car la feuille ne peut y acquérir toutes les qualités nutritives nécessaires; de plus, les arbres y sont aussi sujets aux maladies cryptogamiques.

Le mûrier blanc trouve son origine en Chine, d'où il est parti pour s'étendre peu à peu jusqu'à l'Europe; le mûrier noir, lui, est beaucoup plus ancien. On le signale dans la région arlésienne, dans la basse vallée du Rhône, dès le 5^e siècle après J.C., mais il est certain qu'il y était connu et cultivé plusieurs siècles avant. Son fruit était utilisé pour la fabrication d'une boisson spéciale et il était fort bien connu des Romains. Pline le citait comme le "*sapientissima arborum*", c'est-à-dire le plus sage des arbres, parce qu'il ne développe ses feuilles que lorsque les froids sont passés.

La plupart des mûriers blancs ou noirs sont hybrides. Aussi chaque forme ne se maintient-elle identique à elle-même que si elle est multipliée par voie végétative (greffe, bouturage, marcottage). Un semis à partir des mûres donne plusieurs descendance presque toutes différentes du mûrier sur lequel les graines ont été cueillies, même avec les variétés réputées stables. De plus, de nombreux mûriers étant dioïques (ne portant que des fleurs mâles ou que des fleurs femelles), il est nécessaire que la fécondation s'effectue à partir des individus de différents pieds situés à proximité.

Alors que le mûrier noir était cultivé pour ses fruits, les principales variétés cévenoles sont constituées de mûriers blancs. Dans les poulaillers, le mûrier noir constituait une importante nourriture pour les volailles, mais du point de

vue séricicole, sa qualité était très discutée. Il semble que dans les zones plus froides (Haute-Cévenne), il donne de meilleurs résultats et que les élevages qui s'y faisaient avec sa feuille réussissaient fort bien. Dans la plaine, il est sensible à la rouille et pousse assez mal. Avec l'âge, il peut atteindre une hauteur de 10 à 12 mètres et son tronc peut avoir plus de 5 m de circonférence. C'est lui qui, aux XII^e et XIII^e siècles, a permis d'effectuer les premiers élevages de vers à soie avant qu'il ne soit supplanté par le mûrier blanc plus productif en feuilles et qui fut importé plus tard, probablement à partir de la péninsule italienne.

Les différentes variétés de mûriers

Le mûrier blanc (*Morus alba*)

Avant d'avoir été utilisé pour la sériciculture, le mûrier blanc a certainement été utilisé pour ses fruits consommés par l'homme; encore aujourd'hui, on le plante quelquefois essentiellement pour sa production fruitière: ainsi au Malawi, où les Allemands l'avaient largement répandu en haute altitude. Dans certaines régions, comme à Zanzibar, on l'utilise pour marquer les limites de propriétés, et ses feuilles sont données comme fourrage aux vaches laitières, tandis que les fruits sont consommés par les humains.

Les feuilles des mûriers blancs sont utilisées depuis plus de deux millénaires en Chine pour nourrir les vers à soie; quelques autres espèces sont aussi utilisées à ces fins, comme *M. australis* et *M. cathayana*. Au Japon, on utilise beaucoup *M. bombycis*. Un grand nombre de variétés ont été sélectionnées par les producteurs au fil des années et dans les différents pays. La plupart d'entre elles sont issues de semis et c'est le hasard des croisements qui leur a donné les qualités recherchées par les éleveurs. Ce hasard était longtemps le seul fait du vent ou des insectes assurant la pollinisation.

A présent, de nouvelles variétés sont obtenues à l'aide de techniques d'hybridation moins empiriques. Les programmes génétiques modernes visent à obtenir des variétés résistantes tantôt au gel, tantôt à l'humidité, tantôt à la sécheresse, ... En ce qui concerne la résistance au gel, les espèces qui poussent au Népal entre 1000 et 2000 m comme *Morus alba*, "kimbu", et *M. indica*, "kimbu kafal", semblent pouvoir être une source de gènes prometteuse.

Certaines variétés récentes ont même été obtenues à l'aide de procédés rayonnants ou chimiques. C'est ainsi qu'on utilise des radiations ionisantes (rayons X, rayons β , radio-isotopes, rayons R, neutrons rapides...) mais également non ionisantes (ultra-violet) pour provoquer des mutations génétiques soit sur les grains de pollen, soit sur les jeunes plants ou seulement sur les bourgeons.

En Cévennes (France), on trouve parmi les variétés traditionnelles locales:

- ♦ Le sauvageon ou *la boscas* (*lou bouscas*)
Ce n'est pas une variété définie. Elle provient de semis effectués à partir de mûres d'arbres hybrides. En général, un type domine, portant des feuilles petites, très minces et vert clair, difficiles à cueillir. Ce type a un aspect buissonnant et sa forte rusticité en fait un très bon porte-greffe. Sa végétation précoce permet de commencer les élevages de bonne heure au printemps.
- ♦ Mûrier feuille rose ou *fiara rosa* (*fiaro roso*)
Tient son nom de la couleur rosée de ses premières feuilles. C'est une des meilleures variétés locales.
- ♦ Mûrier romain ou *le romania* (*la roumaino*)
Il constituait autrefois 90% des plantations du Sud de la France. C'est un arbre très productif mais qui craint les gelées. Il est à rapprocher du mûrier à feuille de pommier ou la pomau (*la pumaou*).
- ♦ Mûrier colomba ou *la colombassa* (*la colombasso*)

Il est répandu surtout dans les Basses-Cévennes, où il constitue une variété à végétation tardive qui ne craint donc pas les gelées.

- ♦ La *forcada* (la *fourcado*), le fourchu. Variété précoce, très fruitière, ainsi appelée parce que le tronc est fortement branchu et ramifié.
- ♦ La *griseta* (la *griseto*) Difficile à effeuiller et précoce.
- ♦ La *costa-blanca* (*costo-blanco*) Facile à effeuiller, tardif.
- ♦ La *rebalaira* (la *rebalairo*) Rameaux retombants (*amora blanca*), ainsi appelé parce que les rameaux donnent l'impression visuelle de se rebeller contre l'ordre établi.
- ♦ Mûrier blanquette ou la *blanqueta* (la *blanqueto*) Variété précoce.
- ♦ Mûrier langue de bœuf ou *lenga de biou* (*lengo de biou*) Variété tardive.
- ♦ Mûrier colombette ou la *colombaseta* (*colombassetto*) Était très estimé en haute montagne.

Les Cévennes ont développé un grand nombre de variétés. Chaque pays a développé ses propres variétés hybrides en recherchant tout à la fois une amélioration dans la quantité et la qualité des feuilles, tout en obtenant des variétés adaptées aux sols et aux climats locaux. Voici quelques exemples:

- ♦ Variétés italiennes
 - Cattaneo - Florio
 - Morettiano
- ♦ Variétés indiennes:
 - Sujampur - Kanva 2
 - Dhar
- ♦ Variétés japonaises
 - Kairyō - Minamisakari
 - Ikinose - Shinikinose
 - Paivandi - Shinsonigo
- ♦ Variétés de l'ancienne U.R.S.S.:
 - Zarif tut - Ktut

D'autres variétés de *Morus alba* sont à dominante fruitière, comme Herati, Lin, New America, Lihi, Balhi Tut (du Kazakhstan).

Certaines de ces variétés asiatiques ont été introduites en Europe de l'ouest. C'est ainsi que l'une d'elles, à dominante séricole, le Kokuso 21, d'origine japonaise, s'est particulièrement bien adaptée à la région méditerranéenne (France - Italie - Liban - Algérie).

Un certain nombre de Projets de développement en Afrique ont commencé ces dernières années des expérimentations avec le mûrier blanc; parmi eux, le Projet agricole et social interuniversitaire (PASI) au Rwanda (LIPMAN, 1987).

Le mûrier noir (*Morus nigra*)

Originaire de Perse, du Caucase et des bords de la Mer Caspienne, il aurait été introduit dans les régions méditerranéennes voici près de 2 000 ans, bien avant le mûrier blanc. Le fruit a l'aspect d'une grosse framboise, il est noir à maturité et succulent. Il pousse beaucoup plus lentement que le mûrier blanc. Sa culture serait probablement intéressante en vue d'une production fruitière. Il est fort dommage que des essais sérieux n'aient jamais été entrepris dans ce domaine. Les véritables mûriers noirs deviennent de plus en plus rares et il ne faut pas les confondre avec le mûrier blanc qui peut aussi produire des fruits noirs (et que nombre de pépiniéristes vendent comme mûrier noir) mais de qualité nettement inférieure.

Dès avant le Moyen Âge, le mûrier noir était réputé pour ses propriétés en médecine naturelle; l'écorce de sa racine est employée comme vermifuge purgatif, contre le ténia en particulier, et le sirop de mûres contre les maux de gorge.

Les graines contiennent de 25 à 35% d'une huile comestible jaune qui est utilisée dans certains pays (Turquie par ex.) où elle est plus prisée que le beurre ou l'huile d'olive.

Les fruits, de grosse taille et très charnus, peuvent entrer dans la confection d'excellents desserts ainsi que de sirops et de liqueurs très appréciés, de confitures, de limonades, ...

Quelques noms de variétés à dominante fruitière:

- ♦ Wellington (origine: Italie)
- ♦ Black Tabor (Israël)
- ♦ Black English (Grande Bretagne)
- ♦ Chir Tut (ancienne U.R.S.S.)
- ♦ Cévennes (France).

Le mûrier rouge (*Morus rubra*)

Originaire d'Amérique du nord, on le trouve à l'état sauvage du Canada au Mexique. Il présente plusieurs variétés de fruits le plus souvent cylindriques, parfois au goût agréable, comme Hicks, Lavender, Hicks Fancy, Stubbs, Travis, Illinois, Illinois Everbearing. La maturité des fruits s'étend sur plusieurs mois.

Le Kokuso 21

En 1956, les services séricicoles du Japon ont fourni au Centre agronomique de Saint-Christol-les-Alès, près de Nîmes (France), quelques exemplaires d'un mûrier hâsse-tige nouvellement obtenu: le "Kokuso". Plusieurs types de mûriers Kokuso étaient représentés. A partir de ces échantillons, la Station séricicole a effectué leur multiplication, et fait des essais d'adaptation. Finalement, le Kokuso 21 semble se satisfaire le mieux des conditions climatiques locales. Sa pousse continue, la grande qualité nutritive de ses feuilles ont permis alors d'envisager la réalisation d'élevages successifs de vers à soie de mai à octobre. Rapidement abandonné au Japon où il ne prospérait guère, le Kokuso 21 s'est bien adapté au climat méditerranéen.

L'Italie, le Liban, la Grèce et l'Algérie ont effectué des plantations importantes. En France, la mise au point du Kokuso 21 vient un peu tard pour compenser la tendance au déclin et vu le climat de pessimisme général, peu de sériciculteurs osent investir dans de nouvelles plantations. Cependant des tentatives de redémarrage de la sériciculture dans les Cévennes ont été réussies, notamment depuis 1980, et aujourd'hui la Société d'intérêt collectif agricole (SICA) "Soic-Cévennes" regroupe éleveurs de vers à soie et tisseurs avec beaucoup de

bonheur: les soies produites sont de très belle qualité et spécialement destinées à la restauration de mobilier historique dans les châteaux français et tout spécialement à Versailles.

Si la chenille la plus commune pour la production de soie est celle du *Bombyx mori*, certains pays produisent traditionnellement de la soie à partir d'autres vers ou d'arbres divers. Ainsi, avons-nous déjà signalé qu'au Burkina Faso et au Mali existerait une petite production traditionnelle dont les vers se nourriraient

sur des jujubiers. En Indonésie, dans les taungyas, le Service forestier s'efforce de faire adopter par les paysans des espèces ligneuses susceptibles de donner naissance à de petites industries artisanales, et le mûrier est l'une d'entre elles (ATMOSOEDARJO *et al.*, 1980). Au Bangladesh et en Inde, le ver à soie dit "rose" ou "eri" est *Samia cynthiamori* ou *Attacus ricini*.

La reproduction des mûriers ne présente pas de difficultés avec les méthodes traditionnelles; depuis quelques années, la

sélection de lignées à haute productivité de feuilles ou de fruits est largement pratiquée par culture de tissus: en ce qui concerne le mûrier noir, les vitroplants sont sensibles au froid: avec une photopériode de 16 heures et une température de 4°C., on a 100% de survivants après 6 mois, mais seulement 5% après 9 mois, tandis qu'avec la même photopériode, mais une température de 25°C. et l'utilisation d'un milieu enrichi en charbon activé, on a 42% de survivants au bout de six mois.

Index d'idées et de mots clés

Quand un sujet est traité sur plusieurs pages, la première et la dernière pages sont indiquées, séparées par un tiret.
Quand un sujet est traité plusieurs fois dans une même page, le nombre de fois est indiqué entre parenthèses.

A			
abeille	101-109	(<i>Acacia Senegal</i>)	25
(cf. apiforesterie, apisyliculture)		(Népal)	129-130
(agressivité)	104	(Comores)	130
(dans gommieraie)	104	(agrisylvipisciculture)	137
(ligneux mellifères)	105	(... autour de l'olivier)	138
(pollinisation directe et indirecte)	105-106	(vigne haute)	145
(eucalyptus)	107	(<i>paraiso</i>)	169
		(<i>Acacia leucophloea</i>)	174
		(<i>A. planifrons</i>)	174-175
		(<i>A. nilotica</i> en rizière)	175
absence de ligneux	204-205	agroforesterie	17, 24
absorption		(caractères, systèmes)	19
(de matière sèche)	156	(classement des systèmes)	20-24
(du carbone)	205	(verger agreste)	27
		(... et foresterie)	28
accessibilité du fourrage	91	ajustement des besoins et des ressources	207-209
action des ligneux sur le sol	40, 82, 85, 218	<i>Albizzia</i>	16, 32, 106, 125
(facilitation du lessivage)	63	alimentation des animaux	29-35, 35-40, 62
(température)	64	(cf. besoins, calendrier, <i>Faidherbia</i> , fourrage, <i>Morus</i> , <i>oponec</i> , <i>Prosopis</i> , protéines, quantité ingérée, rations, régime alimentaire, temps ...)	
action des ligneux sur le vent	64	(préférences)	70, 84
adaptation des animaux	95	(paille)	79
affouragement	23	(animaux sauvages)	90-91
(à l'auge)	217	(complémentarité brouet / herbe)	92-93
(de poissons)	28	(aliments du futur)	96
agriculteurs mixtes	68, 71, 76, 79	(feuilles pour les Gallinacés)	101
agriculture		(nourriture des poissons)	114
(nabatéenne)	37	(ligneux dans l'alimentation)	130
(itinérante)	204	(<i>pala</i>)	133
(sans arbres)	204-205	(refus)	150
agriforesterie	17, 19	(absorption de M.S.)	158
(cf. agroforesterie)		(T.D.N., éléments nutritifs digestibles totaux)	162
agriforêt	27, 116, 117 (2)	(rations alimentaires)	165
(cf. forêt-jardin)		(composition des aliments)	166
agri-pasteurs	69-70, 76	(toxines et produits anti-nutritifs)	166-167
agrisylviculture	18, 19, 20	(digestibilité)	167
(noyeraie)	212	(<i>Leucaena</i>)	178
agrisylvipastoralisme	18, 20, 21, 103, 131, 135	(déficience en sélénium)	188
		(quantité de M.S. ingérée,	
		alimentation complémentaire)	213
		alléopathie et interactions	
		négatives entre végétaux	32, 39, 54, 55-56, 171

(Camcroun)	30, 50 (2)	cervidés d'élevage	94-95
(liée à la consommation d'eau)	60 (2)	charge, capacité de charge	53, 162, 167-169, 279-286
(variations interannuelles)	151	(densité des animaux)	53, 96
(<i>Prosopis juliflora</i>)	161-162	(déstockage, stockage opportuniste)	167
(rôle de la pluviosité)	171	<i>chinampas</i>	133-135
(<i>Leucaena</i>)	177 (2), 178	chromosomes des animaux	75
(<i>Prosopis</i> sp. pl.)	191	climat	40
(<i>Acacia reficiens</i>)	195	clôture vivante	25
(<i>Sesbania, Cajanus</i>)	219	cocotier	115
bocage	40	coléoptère coprophages	110
bois de feu	201	"collecte du berger"	33
bois sacrés	200	compétition intraspécifique	54
brise-vent	26, 36, 43, 66, 67-68	composition chimique	154
(rideau abri)	26	(richesse en azote)	152
brouillard d'advection	62	(contenu en protéines)	155, 157, 159, 183
brout	29, 31, 88, 139-192	(tanins)	158
(brout contrôlé)	55	(éléments nutritifs et minéraux)	160
(saisonnalité du brout)	71-72	(déficience en sélénium)	190
(préférences)	88, 93	(humus)	201
(âge des arbres)	97	(thym et tri optique de la gomme arabique)	206
(saisonnier)	98	composition du troupeau	55
(définition)	139	conservation du sol	27, 42
(accessibilité)	139-140	(animal et fertilité)	46
(disponibilité)	140	(enrichissement du sol)	63
(consommation)	142-144	(auréole de dégradation)	97
(production)	146	(piétinement)	97-98
(facteurs affectant la production)	147-150	(fixation des dunes)	128
(digestibilité)	147	consommation d'eau par les animaux	66
(teneur en protéines)	147-148	conversion biologique	80-81
(appétabilité)	148, 154-158	cotonnier sans glandes	32
(protéines)	150	coupe des ligneux, émondage	152, 153
(espèces de brout)	176	(hauteur)	148
(toxicité à la mimosine)	178	(instrument)	148
(espèces népalaises)	178-182	(fréquence)	149
(fourragers du Bangladesh)	183-185	(effets)	151
brouteurs et paisseurs	45, 92, 155	culture de tissus	117, 223
(pâturage <i>versus</i> broutage)	158	culture	
<i>burana</i>		(itinérante)	24
(fixateur d'azote)	125	(en couloirs)	25-26, 153
(fourager)	126		
(multiplication végétative)	126		
C			
calendrier fourager	69-70, 83		
camélidé et dromadaire			
en particulier	78, 87 (2), 88, 95, 159		

D		F	
déboisement, déforestation	37, 139	<i>Faidherbia albida</i>	16, 23, 47, 72 (3), 128, 129 (2), 136 (3), 176, 238
débroussaillage	157, 213	(inoculation)	51
défeuillaison, défoliation, défoliation	53, 56	(fixation d'azote)	51
désert, désertification	38, 40, 97, 150	(micropropagation)	54
(des campagnes)	201	(apisylviculture)	106
destruction d'animaux "nuisibles"	82	(sols <i>dior</i>)	127
dette	207	(maximum foliaire)	140
développement		(Ca dans gousses mûres)	154
(définition)	219	(teneur en Mg)	160
(rôle négatif des développeurs)	221	(avantages non perçus)	192
digestibilité	29, 158-159, 167, 213	(sa répartition)	200
(moitié de la M.S.)	148	(dans les <i>ekwar</i>)	207
(variation suivant les animaux)	159	farine	
(efficacité digestive)	157	(effets négatifs de celle de <i>Leucaena</i>)	102
discipline pastorale	80	(<i>Trema orientalis</i> , <i>Morus</i> , <i>Moringa</i> , <i>Sesbania</i> , <i>Pisonia</i>)	102
divagation (des animaux)	127, 129, 130, 217	faune, faune sauvage	89 (2), 136, 207, 213
<i>djiva</i>	122	(nilgai)	93
domestication des animaux	76, 87	(cervidés d'élevage)	94-95
durabilité	37, 82	(pintade sous hévéa)	120
dynamique des types de végétation	195	(réservoirs d'eau)	221
écologie des ligneux	39-41	feu	57-60, 204
		(pare-feu)	58
		(pyrophytes)	58
		(feu dirigé)	59
		(rôle de l'écorce)	59
		(entretien de pare-feu par les animaux)	77
		(influence sur la qualité fourragère des ligneux)	149
		(gestion du feu)	196-199
		fixation d'azote	51, 53, 54
		(divers ligneux)	223
		fixation des sables	30, 127, 128
		fixation du carbone	39, 41, 68-69
		foresterie sociale	19
		forêt	36
		(... tropicale)	36
		(... versus production animale)	41
		forêt-jardin	27-28, 125-126
		(jardin-forêt)	126
		forêt jardinée	28
		forêt-parc	29

E

effet de serre	205
(feux de forêt)	116
élevage des petits animaux.	
mini-élevage, micro-élevage	71, 75, 99-114
énergie	
(cf. besoins en énergie, rendement énergétique)	
engrais	157, 219
(cf. fumier)	
(effet retardé)	116
équilibre animaux / végétaux	43, 71
ergonomie	193-194
eucalyptus	128

forme biologique	44
fourrage	
(cf. accessibilité, alimentation des animaux)	
(approvisionnement)	29
(sorgho fourrager)	79
(cheval)	80
(mouflon)	88
(fourrage d'été)	135
(saisonnalité)	150
fumées du Forez	85
fumier	65, 67, 85 (2), 86 (2), 130
(poudrette)	66
(animal producteur)	77

G

gaur	124
génie génétique	89
(relations entre espèces sauvages)	205
germination des ligneux	49
(taux de)	201
gestion de l'eau	27, 40
gestion des ligneux	33, 35, 194-197, 200-203
(élevage)	43
(gestion de pins et bovins)	43
(compliquée par la présence de bétail)	120
gizu	38
gommeraie, gommier	25, 33, 37, 48, 50, 59, 60, 92, 103, 208
goût des animaux	84, 92

H

haie	132, 150-151, 152, 153
(... vive, clôture vivante)	25
(alimentaire)	34-35
(débocagisation)	133
<i>hema</i> (pluriel: <i>ahmia</i>)	210-211
hévécia	118-120
humidité du sol	173
humus	199-200

I

idéotype	140-141, 205-206
iliçaie	213
impact des ligneux sur le climat	69
<i>Imperata cylindrica</i>	204-205, 240
indisponibilité des terres	77
inoculation	52, 56, 127
installation de ligneux	51 (2)
interaction herbe / herbivores	46-47
(monoculture sensible aux herbivores)	140
interactions herbe / ligneux	40 (2), 41, 43, 45 (2), 46, 55, 56, 71, 153, 169-176, 196, 211
interactions herbivores / éléments nutritifs	48
interaction ligneux / animaux	40, 45, 71, 75, 82, 83
(pins aux E.U.A.)	43
(girafe)	44 (2)
(contre-sélection)	44
(vin de palme)	80
(faune sauvage)	90-91
(chèvre et forêts)	214
invasion des parcs par ligneux	170
irrigation	62, 207
(et aménagements hydro-électriques)	221 (2)

J

jachère ligneuse	24-25
jardin de case	27-28, 66
jardin fruitier	27

K

kouprey	124
---------	-----

L

<i>land husbandry</i>	19
lieu géométrique de la dent des chèvres	44

INDEX D'IDÉES ET DE MOTS CLES

ligneux	15
(... de la savane néotropical)	44
(surexploitation)	48-49
(filao des <i>niayes</i>)	127
ligneux améliorant le sol	36
ligneux à usages multiples	33
ligneux de plantation	28
ligneux dispersés	
(sur les terres cultivées)	26, 117
(sur les pâturages)	26-27, 117
(par les animaux)	50
ligneux et température du sol	52
ligneux / fourrager	33, 36, 37, 43, 44
(cf. burana, cotonnier, écologie, <i>Faidherbia</i> , fourrage, gestion ..., hévéa, <i>Morus</i> , oponce, <i>Prosopis</i>)	
(cotonnier)	30
(goût de la viande)	42
(changements dans le rôle des ligneux)	132
(<i>damas</i>)	144
(de Somalie)	145
(d'Inde)	175, 185-186
(de brouet)	176-192
(<i>Leucaena</i>)	177-178
(toxicité)	178
(du Népal)	179-180
(<i>Pterocarpus lucens</i>)	182
(du Bangladesh)	182-185
(de l'Inde)	185-186
(<i>Argania spinosa</i>)	186
(de Somalie)	186
(du Lesotho)	186
(tagasaste)	186, 192
(palmier pejibaye)	187
(chez les Mbeere du Kenya)	187
(<i>Gliricidia Sepium</i>)	187
(<i>Atriplex</i> sp. pl.)	188
(<i>Gleditschia triacanthos</i>)	188
(<i>Prosopis</i> sp. pl.)	189-191
(de Mongolie)	191
(du Pakistan)	192
(dans les <i>ngikwarin</i>)	220
(multiplication)	222
ligneux plantés sur limites	27
ligneux pour la conservation du sol	29
ligneux pour la gestion de l'eau	29
ligneux producteurs d'ombre	65
lignine	156, 158

limite	
(arbre sur limite)	25
litière (production)	53, 55
lumière et tapis végétal	43

M

M.A.D.	31, 33, 44
manchonnage des plants	48
mangroves	111
manque d'espace	130
mariage (âge du)	207-208
mélézein	214-215
micro-élevage, mini-élevage, élevage des petits animaux	137-138
mise en défens	55, 79-80, 214
mithan	124
<i>Morus</i>	41, 242-243
mosaïque de végétation	92
multiplication végétative	
(pour le burana)	126
(irugube et âge des boutures)	152
(bouturage)	208
(culture de tissus)	224
mycorhize	52, 53, 223

N

niches écologiques	140, 206
nilgai	93-94
nomades	74, 86, 155
(leur art vétérinaire)	86
(semis de ligneux)	208
(sédentarisation)	220
nom latin des plantes	15-16, 225-251
noyeraie	212

O

oasis	130-131
-------	---------

ombre, radiations sous	
les ligneux, ombrage	53, 148, 152, 187
(arbre d'ombrage)	30
(ligneux producteurs d'...)	63
(plantes sciaphiles)	189
oponce	25, 124-125

P

palmier	117 (2)
(peste ou providence)	80
(palmier à huile)	120-122
(sagou)	166
(pejibayc)	186-187
participation	128
pasteurs	70, 76
(nomades)	220
(sédentarisation)	220-221
pastoralisme	21
(discipline)	80
pâturage (chaîne de ...)	83
pâturage complanté (d'arbres)	211-212
pâturage écorché	71
pâturage en forêt	33, 40, 82
pâturage marginal	80 (2)
paysagisme	76
pépinières	51
permanence	
cf. durabilité	
petits produits des ligneux	37
peste bovine	41 (2)
phénologie foliaire	39, 41, 42
(feueillaison)	40
physiologie des ligneux	44-63
(résistance à la salinité)	44
(réaction positive au broutage)	44
(germination)	47
(foliaison)	47
(germination)	48
(installation de jeunes plants)	49
(symbiose mycorrhizienne,	
ectomycorhizes et endomycorhizes)	50-51
(symbioses fixatrices d'azote)	51

(tolérance à l'acidité)	52
(assimilation chlorophyllienne)	53, 55
(défoliation)	56
(ombre, température du sol)	63-64
(effets du vent)	64-65
(cycle du carbone)	67
(émondage)	148, 150 (2), 151
(effets du brûlage)	149
(émondage)	151, 152
(bouturage)	152
(digestibilité et consommation volontaire)	160
(ombrage et grenaison)	187
(sciaphytes)	189, 206
piétinement par les animaux	97-98
plastique biodégradable	79
pluie	
(précipitations occultes)	62
(interception par les ligneux)	170-171
(action sur la biomasse)	171
potager-verger	27
prairie complantée	27
pré-verger	27
productions animales	20, 78
(statistiques)	78
(intensification)	81
(amélioration des systèmes	
(traditionnels de production)	88
produits forestiers divers	35
(produit "froids")	68
(méthanol)	116
(carburant)	178
(champignons)	135
<i>Prosopis</i>	159, 161, 190 (2), 191 (2) 201, 207, 245
(<i>cineraria</i>)	30, 61, 133
(dans les <i>niayes</i>)	128
(perde de poids)	158
(ancien ennemi public n°1 des éleveurs)	159, 161, 170
(servant de grenier à fourrage)	183
(important au Bangladesh)	185
protection des espèces, mise en défens	47, 48, 50
(régénération après ...)	53
protéines	35, 155, 157, 159, 183
(savanes bien drainées)	116
(efficacité d'utilisation)	222
provenance	32
pseudo-steppe	30, 54, 55

pyrophyte 60

Q

quantité ingérée 70-71

R

Racosperma 16, 246-247

racés d'animaux 86-87

ranching 81, 89

rappor extrant /intrans 80

rappor poids /besoins chez les animaux 84

rations alimentaires 70

(absorption de paille) 79

(calcul) 165

recherche agroforestière 20, 34, 218, 224

recouvrement par les ligneux 174

régime alimentaire 151

(saisonnalité)

relevé phytosociologique 29

rendement énergétique des animaux 75

reproduction des ligneux 53-57

(culture de tissus) 117, 223

résistance des ligneux

(au feu) 61

(au sel) 61-63

rôle des animaux

(culturel, récréatif, emploi, énergie) 68

(social) 68-74

(cérémonies, engraissement, traction) 70

(vie socio-économique) 75

(chasse) 75

(nombre chromosomique) 75

(élevage hors sol) 76

(traction) 77-78

(viande consommée) 78

(fumier de lapin) 78

(nettoyeurs de mauvaises herbes) 78

(relations agriculture-élevage) 78

(surproduction laitière) 79

(viande) 81

(destruction des animaux sauvages) 82

S

salinité, sel 95

savane 37-38, 39

(arborée, arbustée, arbrissellée, boisée) 41

(feu et ...) 57

(ligneux de ...) 63

sécheresse 61-63, 199

(et feullaison) 42

sélection à rebours par les animaux 47

sériciculture 28, 283-286

(*Morus*) 41

(vers à soie) 111

(mûriers) 285-286

services rendus par les ligneux 35, 63-68, 68

(enfumoirs) 67

soudure (assurer la) 29, 53, 65, 71

sous-produit agricole 30

sous-solage 49

steppe 149

stratégie

(de conservation) 60

(stockage opportuniste) 167

(de poursuite, tracking strategy) 168

structure institutionnelle 218-219

suberaic 53, 213, 214

surproduction animale 70

sylviculture, sylvologie 21, 30

sylvipastoralisme 21, 24, 34, 43, 44-45, 91, 98, 173, 202

(cf. sylvipisciculture)

(pâturage en forêt) 31, 40

(effet positif sur la croissance des arbres

et leur nutrition minérale) 51

(palmiers divers) 117

(cacaoyer) 118

(hévéa) 115, 118-120

(obstacles à la production

animale sous hévéa) 119-120

(palmier à huile) 117-118, 120-122

(cocotier) 115, 122-123

(caféier) 123

(banteng, gaur, mithan, kouprey) 123-124

(agrumes, fruitiers, Cactacées) 124

Index géographique

Seuls sont indiqués les noms de pays ou les grandes régions géographiques, comme le Sahel ou le Sud-Est asiatique. Les noms de ville sont remplacés dans l'index par le nom du pays où ces villes sont situées. Lorsque plusieurs références géographiques à un même pays se trouvent sur la même page, le nombre de ces références est indiqué entre parenthèses.

- Afghanistan, 287
- Afrique au sud du Sahara, 75
- Afrique centrale, 137
- Afrique de l'Est, 13, 41, 50, 68, 75, 84, 86, 91, 144, 146, 171, 279 (2), 284
- Afrique de l'Ouest, 68, 75, 96, 98, 137, 146, 161, 197 (2), 274, 279 (2), 171, 178, 280 (2), 281 (2), 284, 285
- Afrique du Nord, 27, 106, 124 (2), 125, 188, 214
- Afrique du Sud, 23, 44 (2), 90, 92, 93, 106, 124, 144, 147, 148, 173, 197 (2), 198, 280, 282, 285, 286
(Lesotho) 186
- Algérie, 30, 31, 75, 88 (2), 106, 131, 138, 208, 209, 210, 214 (2), 288 (2), 290 (2)
- Allemagne, 37, 55, 99, 100, 103, 139, 205, 288
- Amérique centrale, 22, 54, 99, 100, 124, 134, 144, 150, 152
- Amérique du Nord, 103
- Amérique du Sud, 51, 76, 87, 99, 209, 213
- Antilles, 106
- Arabie saoudite, 42, 68, 76, 87, 91, 112, 211
- Argentine, 103, 124, 189
- Asie tropicale, 22, 77, 93, 99, 103
(sud-est), 102 (2), 117), 166
- Australie, 18, 23, 40 (2), 41, 46, 51 (2), 52, 78, 87, 94, 95, 106, 109, 110, 132, 140, 160, 166, 170, 178, 186, 197 (2), 205
- Autriche, 286
- Bangladesh, 76, 77, 183-185, 209, 222, 291
- Belgique, 37, 44, 110, 138, 138
- Belize, 63, 106
- Bénin, 99, 100, 101, 138, 176, 177
- Bosnie, 214
- Botswana, 75, 167, 168 (2), 280
- Brésil, 23, 40, 57, 88, 115, 116, 117 (2), 124, 166, 172, 177, 190, 191
- Burkina Faso, 28, 35, 40, 47-48, 51, 57, 65 (2), 66, 71, 98, 124, 171, 176, 177, 188, 201, 202, 278, 280, 285, 286, 289, 287, 291, 282 (3), 283
- Burundi, 32 (2), 33, 34, 66, 76, 167
- Cambodge, 123-124
(Indochine), 287
- Cameroun, 26, 30 (2), 32 (2), 33, 34, 35, 36, 42, 49, 50, 60, 68, 79, 82, 101, 103, 118, 121 (2), 137, 148, 191, 201, 209
- Canada, 55, 290
- Cap Vert, 137
- Centrafrique, 148
- Chili, 78 (2), 106, 181, 191
- Chine, 22 (2), 34, 35, 38, 76, 99, 103, 111, 112, 133, 134, 135, 186, 201, 287, 288, 289 (2)
- Chypre, 138, 188
- Comores, 122, 130
- Corée, 189
(Mandchourie), 287
- Costa Rica, 22, 23, 30, 150-152 (4), 153, 187, 211
- Côte d'Ivoire, 29, 50, 53, 65 (2), 66 (2), 67, 85 (3), 86, 89, 99, 100, 101, 103, 109, 118 (3), 120-121, 121 (2), 140, 148, 171, 172, 201, 287
- Danemark, 81
- Dominicaine (République), 188 (2)
- Egypte, 26, 37, 38, 76 (3), 87, 112, 139, 166, 222

- Emirats arabes unis, 61, 88
- Equateur, 96
- Espagne, 23, 64, 138, 145, 288
- Etats-Unis, 22, 23, 36, 40, 43, 53, 56, 57, 63, 64, 66, 67, 81-82, 88, 93, 94 (2), 95, 96, 103, 108, 110, 144, 151, 156, 157 (2), 158, 169, 170 (2), 171, 172, 188 (3), 190, 197, 199, 212, 213, 282
(Hawaï), 101, 178
- Ethiopie, 103, 123, 125, 137, 171, 176, 196, 219, 277, 288
- Extrême Orient, 54, 111, 113
- Fidji, 95
- France, 22 (2), 29, 30, 37, 40, 42 (2), 43, 49, 50, 52, 53, 54, 56 (2), 57, 58 (2), 76, 77, 78 (2), 79 (2), 80, 82, 85, 86-87, 89, 96, 97, 99 (2), 100, 101, 103, 104, 105, 108, 110, 111, 124, 132-133, 138, 139, 145, 155, 156, 157, 165 (2), 173, 188, 189, 194, 195, 197, 199, 201-203, 209, 212, 213 (2), 286 (2), 288 (2), 287 (2), 289, 290
(La Réunion), 94-95, 103
(Nouvelle Calédonie), 94-95
(Antilles), 99
(Guyane française), 110
(Polynésie française), 122
- Gabon, 103
- Ghana, 55, 120, 122, 176, 177
- Grèce, 138, 145, 288, 290
- Guinée, 50 (2), 286
- Haïti, 99
- Inde, 17, 19, 22 (3), 23, 30 (2), 35, 37, 60, 86, 87, 93, 94, 101 (3), 103, 106, 122, 133 (2), 144, 145, 149, 158 (2), 171, 174, 175, 178 (2), 185-186, 189, 190, 201, 222-223 (2), 287, 290, 291
- Indonésie, 19, 22 (2), 23, 27, 35, 94, 95, 101, 113, 116, 118, 124, 125-126, 178, 189, 204, 291
- Iran, 30, 39, 68, 76, 166, 208, 223, 287
(Perse), 290
- Iraq, 76, 79, 150
- Israël, 35, 36, 62, 109, 136, 137, 138, 188, 190, 198, 199-200 (2)
- Italie, 87, 108, 138, 145 (2), 156, 157, 214, 288, 289, 290
- Japon, 94, 103, 189, 213, 289, 290 (2)
- Jordanie, 90
- Kazakstan, 149, 221, 287, 290 (2)
- Kenya, 28, 29, 30, 32 (3), 33, 34, 35, 43, 51, 59, 68 (2), 72, 76, 86, 89 (2), 90, 99, 102, 104, 108, 110, 111, 112 (2), 118, 124, 128, 150, 153, 154 (2), 155 (3), 156, 157, 161, 166, 171, 176 (4), 188, 195 (2), 196, 201, 205-207, 207 (2), 208, 210, 211, 219 (2), 220 (2), 221, 280 (3), 281 (2), 283, 285
- Koweït, 79
- Kurdistan, 211
- Liban, 39, 288, 290 (2)
- Libéria, 23
- Lybie, 148
- Madagascar, 30, 59, 80, 124, 125, 132, 150, 288
- Malaisie, 22, 23, 102, 117, 118 (2); 120, 122, 140, 224
- Malawi, 32 (2), 78, 178, 287
- Mali, 18, 23, 26, 34, 35, 53, 57, 60, 65, 97, 98 (2), 110, 150, 154, 160 (2), 176 (2), 177-182, 218, 279, 280, 281 (2), 283, 288, 291
- Malte, 107
- Maroc, 31, 37, 69, 75, 106, 130-131, 138, 139, 145, 156, 172, 186, 209, 213 (2), 214, 288 (2)
- Maurice, 94, 95, 103, 108, 185
- Mauritanie, 91, 131-132
- Mexique, 66, 76, 100, 103, 106, 109, 134, 144 (2), 152, 196-197, 290
- Mongolie, 191
- Moyen Orient, 76 (2), 78, 90
- Mozambique, 280
- Namibie, 197
- Népal, 23, 37, 129, 179-182, 289
- Niger, 46, 47, 66 (2), 68, 75, 82 (2), 98, 176 (2), 183, 200, 218 (2), 279, 281, 283
- Nigéria, 26, 32 (2), 99, 97, 98, 99, 100, 103, 108, 121 (2), 143, 160, 172, 177, 198, 281 (3), 283, 284
- Norvège, 288
- Nouvelle Zélande, 55
- Oman, 61, 87, 288
- Ouganda, 57, 68, 69, 91
- Ouzbekistan, 149 (2), 221, 287, 290

- Pakistan, 30, 60, 87, 192
- Papouasie - Nouvelle Guinée, 22, 95, 178
- Paraguay, 169
- Pays-Bas, 81
- Pérou, 38, 99
- Philippines, 22 (3), 122, 178
- Pologne, 35
- Portugal, 23, 44, 145-146
- Russie, 26, 145
- Rwanda, 22, 27, 32 (2), 33, 76, 97, 110, 111, 141, 210, 219, 287, 288, 290
- Sahel, 22, 23, 34, 42, 46, 88, 98, 106, 116, 146 (2), 149, 154, 160, 161, 200, 217, 218, 279 (2), 282, 281, 282 (3), 284
- Salomon, 122
- Salvador, 222
- Samoa, 122
- Sénégal, 22, 23, 26 (2), 31, 40, 43, 48, 50, 52, 54, 56, 66, 85, 89 (2), 98, 110, 112, 126-129, 154 (2), 166, 171, 172, 176 (2), 177, 182, 188, 191, 210, 218, 283
- Seychelles, 22, 113
- Somalie, 26, 50, 62, 66, 79, 87, 114 (3), 145, 186
- Soudan, 23, 24, 25, 26 (2), 34, 35, 38 (2), 46, 51, 53, 57 (2), 59 (2), 60, 66, 68 (3), 73, 75, 86, 87 (2), 88, 97, 99, 101, 103, 104, 110, 135-136, 137, 140, 150 (2), 159 (3), 160, 166 (2), 171, 176 (4), 178, 190, 200, 205, 207, 208 (2), 209 (2), 210, 221
- Sri Lanka, 115, 117, 120, 122
- Sud-Est asiatique, 101, 118
- Suède, 38, 40, 78, 100, 288
- Suisse, 105
- Syrie, 87 (2), 211, 285, 288
- Taiwan, 171
- Tanzanie, 32 (2), 41, 44, 60, 69, 90 (3), 95, 104, 122, 133, 134, 207, 221
(Zanzibar), 228
- Tchad, 38, 98, 176 (2), 200, 210, 279
- Thaïlande, 35, 99, 122, 178
- Togo, 177
- Trinidad et Tobago, 108
- Tunisie, 25, 30, 31, 98-99, 103, 106, 124, 138, 145, 198, 211, 214 (2), 288
- Turkmenistan, 172
- Turquie, 135, 286, 288
- U.K., 29, 42 (2), 57, 64, 79, 81, 94, 104, 209
- Ukraine, 26, 145
- U.R.S.S., 87, 145
- Vanuatu, 122
- Venezuela, 171
- Vietnam, 22, 24, 30, 106, 112 (2), 113, 134, 136-137, 178
(Indochine, Tonkin), 287 (2)
- Yemen, 80, 137
- Zaire, ex Congo belge, 22, 50, 66, 77, 89, 101, 110, 113, 287
- Zambie, 32 (2), 71, 90, 120, 142, 176
- Zimbabwe, 147, 167, 168, 172, 280

Liste des tableaux

1. Arrangement dans le temps et dans l'espace des composants des systèmes agroforestiers (d'après NAIR, 1985)	21
2. Quelques systèmes agroforestiers en liaison avec la production animale	22-23
3. Systèmes de production d'après le rôle des végétaux ligneux dans la production animale	24
4. Espèces agroforestières utilisées en 1990 dans les essais du réseau AFRENA de l'ICRAF (ICRAF, 1990)	31
5. Biomasse (kg M.V.m ⁻¹) de rangs de végétaux ligneux à usages multiples (M.P.T.S.) et de Graminées plantés sur des courbes de niveau à Maseno, Kenya (ICRAF, 1990)	32
6. Besoins et actions prioritaires des villages-tests d'un programme agroforestier au Rwanda (PAP, 1985)	33
7. Biomasse végétale et productivité de quatre types de végétation dans le Minnesota du Centre (E.U.A.) (OVINGTON <i>et al.</i> , 1963)	36
8. Effectifs des différentes espèces du bétail entre 1923 et 1989 dans l'ensemble des pays du Sahel (PEYRE de FABRIGUES, 1990, et F.A.O., 1989)	47
9. Augmentation de certaines espèces végétales par la protection, d'après les unités pédologiques (GRAF, 1990)	48
10. Effets du manchonnage sur la reprise de plants ligneux en zone méditerranéenne sèche (DUPRAZ, 1987)	49
11. Résultats d'implantation de 9 types de plants ligneux sur sol "hardé" au nord Cameroun comparés à trois autres types de sols (Rapports du C.T.F.T.)	49
12. Influence de la végétation sur la température du sol (AUBERT, 1960)	50
13. Effets de l'origine de l'azote sur la tolérance à l'acidité de 20 espèces d'acacias (ASHWATHAPPA <i>et al.</i> , 1990)	52
14. Poids (en g) des gousses pour quatre espèces d'acacias en fonction des traitements subis (ASHWATHAPPA <i>et al.</i> , 1990)	52
15. Régénération des ligneux après deux années de protection au Sine-Saloum dans la zone d'inondation temporaire par le fleuve Sénégal (ALBERGEL <i>et al.</i> , 1989)	54
16. Variation de la production de gomme arabique au Soudan (Gum Arabic Co. Ltd)	59
17. Consommation d'eau et production de biomasse pour dix espèces ligneuses en Uttar Pradesh (Inde) (CHATUVERDI <i>et al.</i> , 1988)	60
18. Consommation potentielle d'eau et production potentielle en volume à la fin de l'année pour dix espèces ligneuses (CHATUVERDI <i>et al.</i> , 1988)	60
19. Production annuelle pour 1984 et valeur fourragère de sept espèces d' <i>Atriplex</i> introduites en Israël sous irrigation avec de l'eau de mer à 100% et à 15 % (ARONSON <i>et al.</i> , 1986)	62

LISTE DES TABLEAUX

20. Production pastorale moyenne mensuelle et poids vif d'ovins dans des enclos abrités (A) ou non (B) pendant et après une sécheresse (LYNCH <i>et al.</i> , 1969).....	65
21. Composition d'un peuplement de balanites en mauvais état (GRAF <i>et al.</i> , 1989)	66
22. Ration sélectionnée par des caprins au Haut Atlas marocain calculée sur la base des poids frais (BOURBOUZE, 1986).....	70
23. Temps de pâturage et matière sèche intégrée (M.S.I.) (BOURBOUZE, 1986)	70
24. Effets possibles des herbivores, notamment en ce qui concerne les sols et les eaux (d'après FROST <i>et al.</i> , 1985, complété)	83
25. Poids vif et poids métabolique de quelques espèces animales (PLANTON, 1986)	84
26. Nombre de journées nécessaires pour fumer un champ en fonction du transport (SCHLEICH, 1986).....	86
27. Equivalences des animaux sauvages en unités animales	90
28. Performances des ovins et des bovins tropicaux en Equateur (BISHOP, 1983).....	96
29. Contribution annuelle et saisonnière des résidus de cultures à la nourriture des Ruminants domestiques (SANDFORD, 1989).....	98
30. Pourcentage de végétation ligneuse sous différents traitements pastoraux sur 6 ans à Dar Edhaoui, Tunisie (d'après NOVIKOFF, 1986)	99
31. Ligneux tropicaux et sub-tropicaux sources de miel et produisant aussi de la nourriture (m), du fourrage (a), ou de l'ombre (s), ou susceptibles de former des brise-vent (w) (CRANE, 1985)	104
32. Propriétés mellifères des eucalyptus en Australie (F.A.O., 1982).....	106
33. Caractéristiques des aires d'origine des eucalyptus utilisés en apisyviculture à Nashon, Israël (BAUMER, 1985)	108
34. Résultats d'ovins sous 4 traitements différents (SODEPRA, 1987).....	121
35. Différents types d'association agriculture-élevage à intensité croissante dans les palmeraies du sud marocain (DOLLE, 1986).....	131
36. Ligneux pour l'élevage chez les Chagga (FERNANDES <i>et al.</i> , 1984; O'KTINGATI <i>et al.</i> , 1984)	134
37. Options pour le choix d'espèces agroforestières au P.A.P. de Nyabisindu, Rwanda (P.A.P., 1985).....	142-143
38. Interrelations entre les éléments des systèmes qui constituent le "montado" au Portugal. (HETIER <i>et al.</i> , 1985).....	146
39. Production cumulative de feuilles (g M.S.) pour trois espèces ligneuses, en fonction de la fréquence de coupe (CISSE, 1980).....	149
40. Production cumulée moyenne (g M.S.) par arbre en fonction de la date de la première coupe de trois ligneux de brout d'âge mûr (coupe tous les 30 jours) (CISSE, 1980)	149
41. Quantité (kg) d'émondages fraîches obtenues sur des haies de 10 m de long à 1 m de hauteur (RAKOTOMANANA, 1988).....	151

42. Production sur la période 1979-1982, dans des associations de <i>Cynodon plectostachyus</i> sans ligneux (a) avec <i>Erythrina poeppigiana</i> (b) ou <i>Cordia alliodora</i> (c) : A- Production (kg M.S.ha ⁻¹) du pâturage; B- Prélèvements P (kg.ha ⁻¹) d'éléments nutritifs par la fauche (on a indiqué la fertilisation totale, TF); C- Réserves organiques (t.ha ⁻¹) et inorganiques (kg.ha ⁻¹) (ALPIZAR, 1987)	153
43. Production de piquets d'une clôture faite avec des boutures de <i>Gliricidia Sepium</i> (BEER, 1987).....	154
44. Survivants parmi les ligneux d'un pâturage sahélicien après la sécheresse (GASTON, 1986).....	155
45. Evolution de la composition du brout de chêne avec l'âge (NASTIS <i>et al.</i> , 1981).....	158
46. Composition minérale des ligneux consommés par les ruminants de la zone sahélicienne (DIAGAYETE <i>et al.</i> , 1986).....	161
47. Besoins moyens des bovins (Min. Coop., 1974).....	163
48. Besoins moyens des ovins (Min. Coop., 1974).....	164
49. Exemple de tableau pour calculer la valeur pastorale (DAGET <i>et al.</i> , 1990).....	164
50. Calcul des rations alimentaires (Min. Coop., 1974).....	165
51. Pailles, fanes et feuilles: composition (Min. Coop., 1974).....	166
52. Production (kg M.S.ha ⁻¹) de la strate ligneuse et de la strate herbacée d'une savane arborée en liaison avec la pluviosité (BILLE, 1985).....	171
53. Effet de traitements divers sur la strate basse d'un taillis de chêne vert (THIAULT <i>et al.</i> , 1987).....	174
54. Production de sorgho fourrager en t.ha ⁻¹ .an ⁻¹ de M.V. (SESHADRI, 1976).....	175
55. Energie de subsistance (en MJ) et protéines crues digestes (en g) nécessaires à une U.B.T. au Ghana (ROSE-INNES <i>et al.</i> , 1964).....	176
56. Contenu en amino-acides (mg.g ⁻¹ N) de la farine de feuilles de leucaena (A) et de celle de graines de coton (B) (MEULEN <i>et al.</i> , 1979).....	177
57. Essai comparatif de production de <i>Leucaena leucocephala</i> et de <i>Gliricidia Sepium</i> (HEDGE, 1990).....	179
58. Ordre de fréquence des ligneux fourragers dans les exploitations du Népal occidental (FONZEN <i>et al.</i> , 1984; JOSHI <i>et al.</i> , 1990).....	180
59. Production et demande annuelles en fourrage dans deux villages du Népal occidental (FONZEN <i>et al.</i> , 1984).....	181
60. Comparaison entre <i>Pterocarpus erinaceus</i> et <i>P. lucens</i>	182
61. Disponibilité en feuilles (kg M.S.ha ⁻¹) suivant les types de sols et suivant les saisons dans une savane arborée du Sahel (CISSE <i>et al.</i> , 1985).....	183
62. Espèces ligneuses les plus appréciées du Bangladesh par ordre d'appétabilité avec leur taux de protéines brutes (PB) et celui de fibres brutes (FB) en % (ALAM <i>et al.</i> , 1985).....	184
63. Production comparée de M.V. entre quatre ligneux fourragers (DESAI <i>et al.</i> , 1984).....	186
64. Production de feuilles d'espèces ligneuses (LAMPREY, 1983).....	195

LISTE DES TABLEAUX

65. Rapport du poids des rameaux à celui des feuilles (LAMPREY, 1983)	195
66. Les besoins en ligneux des hommes et des femmes sur le Plateau central burkinabé (d'après ROCHETTE, 1989)	202
67. Grands types de traitements dans le canton de montagne des Coulets, en Haute Provence, France (DECAIX, 1990).....	203
68. Zones climatiques au Sahel selon la pluviosité (ROCHETTE, 1989).....	218
69. Compétition entre les bouches à nourrir (évaluation 1995).....	222
70 Estimation de la production totale de M.S. en fonction de la pluviosité (DE LEEUW et TOTHILL, 1990).....	280
71 Composition du fourrage de bovins dans 2 systèmes agri-sylvi-pastoraux et dans 3 saisons au Nigéria semi-aride (en % du temps de païsson) (DE LEEUW et TOTHILL, 1990, d'après VAN RAAY et DE LEEUW, 1974)	281
72 Composition (en %) du régime alimentaire annuel de bovins, d'ovins et de caprins dans un système de production secondaire du Mali semi-aride (DE LEEUW et TOTHILL, d'après DICKO TOURE, 1980).....	282
73 Distribution spatiale de la biomasse en t.M.S.ha ⁻¹ (en %) dans le N.O. du Burkina Faso en 1977 et 1980 (DE LEEUW et TOTHILL, d'après GROUZIS et SICOT, 1983).....	282
74 Pourcentage de la biomasse herbacée sur pied (t.M.S.ha ⁻¹) au N. du Nigéria en 1985 et 1987 d'après les données des satellites A.V.H.R.R./NOAA par 14.5° -16° N., et 5° E (DE LEEUW et TOTHILL, 1990).....	283
75 Probabilité des précipitations, de la biomasse, et de la capacité de charge dans le Nord du Birkin Faso (GROUZIS et SICOT, 1983).....	283
76 Distribution de la fréquence de la M.S. herbacée annuelle dans le Kenya semi-aride (DE LEEUW et TOTHILL, adapté de DE LEEUW et NYAMBAKA, 1989).....	283

Liste des figures et encadrés

(*) = encadrés.

Fig. 1 - Une paysanne kenyane nourrit ses bovins à l'étable avec du brout de <i>Leucaena</i> (photo A. NIENGA / ICRAF).....	16
Fig. 2 - Près de Tillabery (Niger), bovins, caprins et ovins au pâturage dans une savane basse arbustée de <i>Balanites aegyptiaca</i> (photo F. MARY / ICRAF).....	16
Fig. 3 - Classification de systèmes et de sous-systèmes agroforestiers d'après la nature de leurs composants (d'après NAIR, 1985).....	20
Fig. 4 - Affouragement de poissons avec des feuilles de <i>Sesbania Sesban</i> au Centre agroforestier de Jamhuri du Ministère kényan de l'énergie, près de Nairobi.....	28
Fig. 5 - En Chine, d'après un modèle thaïlandais, vigne irriguée sur diguette entourée de cocotiers et de taros (d'après TORQUEBLAU, comm. pers., 1991).....	34
Fig. 6 - Effets de la consommation des herbivores sur l'équilibre plantes herbacées / plantes ligneuses (NOY-MEIR, 1982).....	45
Fig. 7 - Réponse de la biomasse ligneuse (W) et herbacée (G) à la densité d'herbivores (H) (NOY-MEIR, 1982).....	46
(*) - Physiologie de la germination (CLOR <i>et al.</i> , 1974).....	47
(*) - Assimilation chlorophyllienne (TIEDEMANN <i>et al.</i> , 1987).....	55
Fig. 8 - Variations de la température dans le sens vertical sur un sol découvert et sous forêt (F.A.O., 1962).....	64
Fig. 9 - Augmentation du rendement nécessaire pour justifier le surcroît de travail que requiert l'emploi du fumier (SCHLEICH, 1986).....	67
(*) - Nourrir les orphelins.....	69
Fig. 10 - Lapins se nourrissant de <i>Leucaena leucocephala</i> (ICRAF).....	72
(*) - Des animaux, pour faire quoi ? (WILSON, 1983).....	78
(*) - Thermorégulation (JOHNSON, 1987).....	81
(*) - Fumées du Forez (LOISEAU <i>et al.</i> , 1987).....	85
(*) - Arbustes et arbrisseaux fourragers consommés par le bouquetin des Rocheuses de Waterton Canyon, Colorado (ROMINGER <i>et al.</i> , 1988).....	88
Fig. 11 - Temps d'alimentation comparés sur des herbes et sur du brout (comprenant litière de feuilles) à différentes saisons pour le kudu (triangle), l'impala (disque) et les chèvres (étoile) à Nylsvley, et pour l'élan (carré) au Parc de Waterberg, en Namibie (OVEN-SMITH, 1985).....	92

LISTE DES FIGURES ET ENCADRES

(*) - Aliments du futur aux E.U.A. (Batelle Memorial Institute, 1983).....	96
Fig. 12 - Production de feuilles et de bois de deux coupes successives de <i>Morus alba</i> en parcelle 72 de l'arboretum de Ruhande (Rwanda) en fonction de la densité des plants (EGLI, 1988).....	111
Fig. 13 - Pâturage sous cocotiers (REYNOLDS, 1988)	123
Fig. 14 - Animaux au pâturage sous des hévéas en Malaisie (RIVEROS, 1995)	126
(*) - Le "pala" (SINGH et GUPTA, 1977).....	133
Fig. 15 - Bovins se nourrissant de <i>Calliandra calothyrsus</i> (photo Steve JACKSON, 1987).....	137
Fig. 16 - Escargot géant africain se nourrissant de feuilles de Légumineuses (photo D. ZONGO).....	138
(*) - Saisonnalité des régimes alimentaires des animaux dans les Montagnes Rocheuses (LEJNINGER <i>et al.</i> , 1987).....	151
(*) - Appétabilité (WELCH <i>et al.</i> , 1987)	156
(*) - Perte de poids (BHANDARI <i>et al.</i> , 1979)	158
(*) - Digestibilité et consommation volontaire (WILSON, 1977).....	160
Fig. 17 - Représentation schématique de la production de bois et de fourrage de <i>Calliandra calothyrsus</i> suivant la saison à la Station de recherche de Mashiti, près de Gitega, au Burundi (ICRAF, 1995)	167
Fig. 18 - Vache consommant à terre des rameaux de leucaena coupés (ICRAF)	175
Fig. 19 - Chèvres se nourrissant de rameaux de leucaena suspendus et non à terre, pour réduire les pertes (ICRAF)	179
Fig. 20 - <i>Prosopis cineraria</i> fortement émondé au Bangladesh, pour le fourrage (Maqsood AHMED, 1990)	183
(*) - Ombrage et grenaison (OLIVEIRA <i>et al.</i> , 1986).....	187
(*) - Physiologie d'un <i>Prosopis</i> (NILSEN <i>et al.</i> , 1987)	190
(*) - Ligneux fourragers en Mongolie (ALIMAEV, 1987).....	191
(*) - Compétition dans des plantations intercalaires (PENDERY <i>et al.</i> , 1987).....	196
Fig. 21 - Liman en Israël (photo Michel BAUMER).....	199
(*) - Composition chimique (d'après VERNET <i>et al.</i> , 1977)	204
Fig. 22 - Principaux domaines des interactions écologiques en agroforesterie (TORQUEBLAU, 1990a).....	206
Fig. 23 - Cultures de maïs sous noyer royal de 2 ans près de Tullins en Dauphiné, France (photo Michel BAUMER).....	212
(*) - La sériciculture en France	288

Bibliographie

- ABDEL BARI, F. - 1988 - *The identity of the common mesquite Prosopis species*. Khartoum, I.D.R.C., *Prosopis Project*, Pamphlet n°1
- ABDEL GABAR, Awad Elkarim Ibrahim - 1988 - *Prosopis chilensis* in Sudan : a nonconventional animal feed source. In HABIT, M.A. (ed.), *The current state of knowledge on Prosopis tamarugo* : 371-377. FAO, Rome (Italie).
- ABEL, N.O.J. et P.M. BLAIKIE - 1990 - *Land degradation, stocking rates and conservation policies in the communal rangelands of Botswana and Zimbabwe*. London, O.D.I., Pastoral Development Network Paper 29 a, 23p.
- A.C.C.T. - 1977 - *Dictionnaire d'agriculture et des sciences connexes. Index anglais et espagnol*, Paris, La Maison rustique, A.C.C.T./CILF, 219p.
- A.C.C.T. - 1985 - *La sécheresse en zone intertropicale. Pour une lutte intégrée*. Actes du Colloque "Résistance à la sécheresse en milieu intertropical : quelles recherches pour le moyen terme ?", Dakar, 24 - 27 sept. 1984. CIRAD et ISRA. Paris, Agence de coopération culturelle et technique, iv + 591p.
- ACOCKS, J.P.H. - 1953 - Veld types of South Africa. Memoir's of the Botanical Survey of South Africa, 28 : 1 - 192
- ADAMS, M. - 1982 - The Baggara problem : attempts at modern change in southern Darfur and southern Kordofan (Sudan). *Development and change*, 13 (2) : 259 - 289
- AHMED, Maqsood - 1990 - *Comm. sur les ligneux fourragers au Bangladesh*. Nairobi, ICRAF, Session de formation, affiche.
- ALAM, M.K., N.A. SIDDIQI et S. DAS - 1985 - *Fodder trees of Bangladesh*. Chittagong, Bangladesh Forest Res. Inst., v + 167 p.
- ALBERGEL, J., M. DIATTA, E. JUNCKER, P. PEREZ, P. RUELLE et M. SENE - 1989 - *Thème: Méthodes pour améliorer l'infiltration et réduire le ruissellement. Présentation du cas du Sine Saloum (Sénégal)*. Dakar, ISRA/S.C.S., Recherches d'appui Sine Saloum, 17 p.
- ALIMAEV, I.I. - 1987 - (Creation of pastures from semishrubs in the southern part of the Mongolian Peoples' Republic). *Problemy Osvoeniya Pustyn*, 4 : 14 - 18 (trad. du russe en anglais : *Problems of desert development*, Allerton Press, New York)
- ALIMZHANOV, A.G. - 1967 - Productivity of sown pastures in S.W. Kizylkum desert. *Restit. Restusy*, 3 : 602 - 607
- ALIROL, Ph. - 1979 - *Transhuming animal husbandry systems in the Kalingchowk region (central Nepal). A comprehensive study of animal husbandry on the Southern slopes of the Himalayas*. Katmandu, Swiss Assoc. for Technical Assistance, Integrated hill development project, 257p. + 122 phot.
- ALLAN, W. - 1965 - *The African husbandman*. Edinburgh (G.B.), Oliver et Boyd.
- ALLORGE, P. - 1992 - *Les associations végétales du Vexin français*. Nemours (France), impr. Lesot, 336p.
- ALMACA, C. - 1970 - Aspectos elementares de dinamica des populações animais. *Naturalia*, 10 : 1 - 2
- ALONSO, H., A. PUERTO et J. GOMEZ - 1979 - Variaciones de la intensidad de influencia del arbolado en la composición de comunidades de pastizal. *Pastos*, 9 (1) : 34 - 36
- ALPIZAR, L., H.W. FASSBENDER, J. HEUVELDOP, G. ENRIQUEZ et H. FOLSTER - 1985 - Sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) with laurel (*Cordia alliodora*) y café con poro (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. I : Biomasa y reservas nutritivas. Turrialba, *Bol. CATIE*, 35(3):233-242
- ALTIERI, M.A. et J. FARRELL - 1984 - Traditional farming systems of south-central Chile, with special emphasis on agroforestry. *Agroforestry Systems*, 2 : 3 - 18
- ALVIM, P. de T. - 1978 - Agricultural production potential of the Amazon region. In SANCHEZ, P.A. et L.E. TERGAS, (ed.), *Pasture production in the acid soils of the tropics* : 13 - 23. CIAT, Cali (Colombia).
- ALVIM, P. de T. - 1982 - A perspective appraisal of perennial crops in the Amazon Basin. In HECHT, B. (ed.), *Amazonia : agriculture and land use research* : 311 - 328. CIAT, Cali (Colombia).
- AMIR, Perviaz et H.C. KNIPSCHER - 1989 - *Conducting on-farm animal research : procedures and economic analysis*. Morrilton (Arkansas, U.S.A.), Winrock Intern. Inst., xiv + 244p.
- ANDERSON, G.W. et F.E. BATINI - 1984 - A comparison of production from an agroforestry system in a mid-rotation stand of *Pinus Pinaster* with that from open pasture. *Austral. J. of exper. agric. and animal husbandry*, 24 : 529 - 534
- ANDERSON, G.W. et R. MOORE - 1983 - The practices of agroforestry in Australia. In HANNAWAY, D.B. (ed.), *Foothills for food and forest* : 233 - 246. Oregon State Univ., College of agric. sc., Symposium series n°2
- ANDERSON, G.W., R. MOORE et P.J. JENKINS - 1988 - The integration of pasture, livestock and widely-spaced pine in South-West Western Australia. *Agrof. Systems*, 6 : 195 - 211
- ANDERSON, J.E. et K.F. HOLTE - 1981 - Vegetation development over 25 years without grazing on sagebrush-dominated rangeland in south-eastern Idaho. *J.R.M.* 34 : 25 - 29
- ANDERSON, M.C. - 1966 - Ecological grouping of plants. *Nature*, 212 : 54 - 56
- ANDERSON, R.H. - 1947 - New South Wales, Australia. In Imperial Agricultural Bureau. *The use and misuse of shrubs and trees as fodder* : 13 - 19. Aberystwyth (Wales), Imper. Agric. Bureau, Joint Public. n°10, 258p.
- ANDREWS, D.J. et A.H. KASSAM - 1976 - The importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In PAPENDICK et al., *Multiple cropping* : 1 - 10. American Society of Agronomy, special publication n°27.

BIBLIOGRAPHIE

- Anon. - 1975 (2e éd.) - *Lexique des règles typographiques en usage à l'Imprimerie nationale*. Paris, Imprimerie nationale, 168p.
- Anon. - 1976 - *Progress in the improvement of pastures under coconuts in the New Hebrides at Saraoutou Experimental Station, Saraoutou, Santo, New Hebrides*. Mimco report (cité par REYNOLDS, S.G., 1988)
- Anon. - 1987 (janv.-fév.) - The aim of AIDGUM. *African Farming* : 39 - 40
- Anon. - 1990 - Coton glandless. La fibre plus les protéines. Paris, Réseau Recherche Développement, *Le coton africain*, numéro spécial de "La lettre du Réseau", avril 1990 : 24
- ANSLOW, R.C. - 1959 - Fodder production from hedges of acacia *Leucaena glauca*. *Rev. agr. sucr. Maurice*, 38 : 99 - 102
- A.P.R.U. - 1980 - *Ten years of animal production and range research in Botswana*. Gaborone, Min. of Agric., Animal prod. res. unit, 170p.
- ARGOULLON, J., M. BAUMER et Ph. ENAUD - 1981 - *La relance de l'Opération "Sahel vert" au Cameroun*. Saint Quentin en Yvelines (France), SCET-AGRI, Rapport à UNSO, iv + 122p. + 4 photos
- ÅRIEM, Kaj - 1985 - *Pastoral man in the garden of Eden. The Maasai of the Ngorongoro Conservation Area, Tanzania*. Uppsala (Suède), Univ. Research reports in cultural anthropology n° 3, 123p.
- ARMBRUSTER, T. - 1987 - *La productivité de l'élevage ovin dans la région forestière de la Côte d'Ivoire*. Addis Abeba, ILCA, 132p.
- ARONSON, J.A. - 1984 - *Report of a botanical inventory and seed-collecting trip to Southern Baja California, Mexico. 30 May - 4 June, 1984*. Beer Sheva (Israel), Ben-Gurion Univ. of the Negev, Rudolph and Rhoda Boyko Inst. for agr. and appl. biology, file 74.97, 17p.
- ARONSON, J.A. - 1988 - *Haloph. A data base of salt tolerant plants of the world*. Tucson, Univ. of Arizona, 77 p.
- ARONSON, J.A., D. PASTERNAK et A. DANON - 1988 - Introduction and first evaluation of 120 halophytes under seawater irrigation. In WHITEHEAD, E.E., C.F. HUTCHINSON, B.N. TIMMERMANN et R.G. VARADY (ed.), *Arid Lands Today and Tomorrow* : 737 - 746. Westview Press, Boulder (USA).
- ASAD, Talal - 1970 - *The Kababish Arabs. Power, authority and consent in a nomadic tribe*. London, Hurst, xvi + 263p.
- ASARE, E.O. - 1990 - *Agroforestry and climatic change*. Comm. at Intern. Conf. on Global Warming and Climate Change : African Perspective, Nairobi, UNEP, 2 - 5 May, 1990
- ASHWATHAPPA, N., P.J. DART et D.G. EDWARDS - 1990 - What limits growth of Acacias in acid soils ? *ACIAR Forestry newsletter*, n°9 : 2 - 3
- ASIBEY, E.O.A. - 1973 - La faune sauvage comme source de protéine en Afrique. In Commission des forêts pour l'Afrique, *Groupe de travail ad hoc de l'aménagement de la faune. 41e session, Nairobi* : 1 - 8
- ATIM, Abu Bakar - 1990 - Lettre du 4 avril, de l'Institut malais de recherche sur le caoutchouc, 2p.
- ATIM, Abu Bakar, Mohamed NAPI DAUD et Abdul Malik YAAKOB - 1986 - Relationship of nectar flow on colony development and honey yield of *Apis cerana* under *Hevea brasiliensis* in Malaysia. *J. of natural rubber research*, 1 (3) : 176 - 186
- ATIM, Abu Bakar et A.M. YAAKOB - 1989 - Nectar dynamics of *Hevea brasiliensis* and its application to beekeeping management under rubber in Malaysia. *Proc. 4th int. Conf. upic. trop. climates, Cairo, 1988* : 249 - 258
- ATKINS, O.A. - 1988 - *Yield and sugar content of selected thornless honeylocust*. Alabama Agric. Exper. Station, 53d Annual Report : 25 - 26
- ATMOSOEDARJO, S. et WAHYUDI - 1980 - Forest management on Java in the development era. *Ned. Bush. Tijdschr.*, 52 (6) : 153 - 165
- AUBERT, G. - 1960 - La 3ème conférence interafricaine des sols. *Bull. Assoc. franç. étude du sol*, 2 : 71 - 73
- AUBERT, G. - 1985 - L'apport de la pédologie à l'aménagement d'un territoire. In LAMOTTE, M. (éd.), *Fondements rationnels de l'aménagement du territoire* : 114 - 138. Masson, Paris (France).
- AUBREVILLE, A. - 1936 - *La flore forestière de la Côte d'Ivoire*. Paris, Soc. d'éd. géogr., marit. et coloniales, 3 vol. de 343, 371 et 334p.
- AUBREVILLE, A. - 1949 - *Climat, forêt et désertification de l'Afrique tropicale*. Paris, Soc. d'éd. géogr., marit. et coloniales, 351 p.
- AUBREVILLE, A. - 1957 - Accord à Yangambi sur la nomenclature des types africains de végétation. *B.F.T.*, 51 : 23 - 27
- AUBREVILLE, A. - 1963 - Classification des formes biologiques des plantes vasculaires en milieu tropical. *Adansonia*, 5 : 221 - 226
- AUBREVILLE, A. - 1965 - Principes d'une systématique des formations végétales tropicales. *Adansonia*, 5 : 153 - 196
- AUDRU, J. et J. HUGUENIN - 1986 a - *Restauration et meilleure utilisation des hyphaenais d'Agna et de Galafi. Comportement de sept espèces fourragères et fruitières en pépinière après une année d'expérimentation*. Maisons Alfort (France), I.E.M.V.T. / C.C.F. Délégation de Djibouti, 21p. + 5p. de photos
- AUDRU, J. et J. HUGUENIN - 1986 b - *Restauration et meilleure utilisation des hyphaenais d'Agna et de Galafi. Résultats acquis en milieu naturel sur quelques espèces fourragères-fruitières en fin de première année d'expérimentation*. Maisons Alfort (France), I.E.M.V.T., 17p.
- AUDRU, J. et J. HUGUENIN - 1986 c - *Restauration et meilleure utilisation des hyphaenais d'Agna et de Galafi. Note sur la préparation des semences et la germination de Hyphaene thebaica (L.) Mart. Avecaccae*. Maisons Alfort (France), I.E.M.V.T., 18p.
- AUDRU, J. et F. RAMAROKOTO ANDRIATSARAFARA - 1973 - *Le sairamira chez les Antandroy de la région de Miadana (Hyphaene shatan Boj., Palmae). Une providence ou une peste végétale ?* I.E.M.V.T. Madagascar, Ferme d'Etat FA.FI.FA.MA., 53p.
- AUDUS, L.J. - 1972 - *Plant growth substances. Vol. 1 : Chemistry and physiology*. Leonard Hill Books, 533p.
- AUMEERUDDY, Y. - 1984 - *Etude de la régénération des arbres par rejet de souche dans la perspective de la production de bois de feu*. Montpellier, Univ. des sc. et techn. du Languedoc, Diplôme d'ét. approf. d'écol., 52p.

- AURIOL, P., S. RISOPOULOS, J.P. MARTY, M. BAUMER et W. PUTMAN - 1968 - *Rapport sur le Projet "Niger 7" de développement de la production animale et des ressources en eaux dans l'Est du Niger*. Rome, F.A.O., 20 p.
- AUSSENAC, G. - 1968 - Interception des précipitations par le couvert forestier. *Ann. Sci. for.*, 25 (3) : 135 - 156
- AUSSENAC, G. - 1973 - Climat, microclimat et production ligneuse. *Ann. Sci. forest.*, 30 (3) : 239 - 258
- AVILA, M. - 1987 - *Integrating livestock with cropping systems*. Harare, AGRITEX Workshop on cropping in the semi-arid areas of Zimbabwe, 24 - 28 Aug., 11p.
- AYOADE, J.A.A. - 1979 - Traditional beekeeping in Nigeria. An editorial summary from "Beekeeping among the Tiv". In I.B.R.A., *Beekeeping in rural development* : 21 - 24
- BABIKER, A.A., H.A. MUSNAD et M.S. SHADDAD - 1985 - Wood resources and their use in the Nuba Mountains. In DAVIES, H.R.J. (ed.), *Natural resources and rural development in arid lands : case studies from Sudan* : 30 - 59. United Nations University, Tokyo (Japan).
- BADJI, S., J.P. COLONNA et D. THOEN - 1989 - *Influence de la double inoculation Rhizobium - Glomus mossae sur la nodulation et la croissance de jeunes Acacia laeta R. Br. ex Benth.* Comm. au Sémin. I.F.S. / ICRAF / IUFRO "Les arbres et le développement", Nairobi, 20 - 25 fév. 1989
- BADRE - 1983 - *Histoire de la forêt française*. Paris, Arthaud, 310 p. avec petit lexique forestier
- BAGGIO, A.J. - 1982 - *Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de Gliricidia Sepium (Jacq.) Steud. en Costa Rica*. Turrialba, CATIE, Tesis mag. Sci., 91p.
- BAGGIO, A.J. et J. HEUVELDOP - 1984 - Initial performance of *Calliandra calothyrsus* Meissm. in live fences for the production of biomass. *Agroforestry Systems*, 2 : 19 - 29
- BAGINE, R.K.N. - 1984 - Soil translocation by termites of the genus *Odontotermes* (Holmgren) (Isoptera : Macrotermitinae) in an arid area of Northern Kenya. Berlin, *Oecologia*, 64 : 263 - 266
- BAHRI, S. - 1984 - *Plantes utiles de sous-bois, une perspective en agroforesterie tropicale*. Montpellier (France), U.S.T.L., D.E.A., 52p.
- BAKER, H.G. - 1978 - Volatile growth inhibitors produced by *Eucalyptus globulus*. *Madrono San Francisco*, 18 : 207 - 210
- BANDY, D.E. et P.A. SANCHEZ - 1982 - Continuous crop cultivation in acid soils of the Amazon Basin of Peru. In WIENK, J.F. et H.A. DE WITT (ed.), *Management of low fertility acid soils of the American humid tropics* : 153 - 174. IICA, San Jose (Costa Rica).
- BARBIER, C. - 1984 - A propos de l'arbre du Ténééré. *Revue forestière française*, 36 (2) : 164 - 165
- BARBIER, J.P. - 1989 - *Réflexions sur la compétitivité Afrique - Asie*. Paris, Caisse centrale de coopération économique
- BARNES, D.L. - 1972 et 1973 - Bush control and veld productivity. *Modern Farming Central Africa*, 9 (6) : 10 - 19 and 9 (7) : 10 - 13
- BARRAL, H. - 1967 - Les populations d'éleveurs et les problèmes pastoraux dans le nord-est de la Haute-Volta. *Cah. ORSTOM. sér. Sc. hum.*, 4 (1) : 3 - 30
- BARRAL, H. - 1974 - Mobilité et cloisonnement chez les éleveurs du nord de la Haute-Volta : les zones dites d'"endodromie pastorale". *Cah. ORSTOM. sér. Sc. hum.*, 11 (2) : 127 - 136
- BARROW, E.G.C. - 1986 - *Value of traditional knowledge in present day soil conservation practice : the example of the Pokot and Turkana*. Comm. au 3ème Atelier national sur la conservation des sols et des eaux, Nairobi, 16 - 19 sept. 1986
- BARROW, E.G.C. - 1987 - *Results and findings from a survey on "ekwar" carried out from November 1986 to July 1987*. Lodwar (Kenya), Turkana District, Forestry Dept, 27p.
- BARROW, E.G.C. - 1988 - *Trees and pastoralists : the case of the Pokot and Turkana*. London, O.D.I., Social Forestry Network Paper 6b, 24p.
- BASKIN, J.M. - 1974 - Management of ungulate herds in relation to domestication. In I.U.C.N., *The behaviour of ungulates and its relation to management* : 530 - 541. Symposium, Univ. of Calgary (Atlanta), 1971
- BATE, G.C. et D.R. DU PRETZ - 1981 - *Mineral cycling in Burkea savanna*. Pretoria, C.S.I.R., Report to the South African Nat. Progr. for Environm. Sc., typescript, 63p.
- BATELLE MEMORIAL INSTITUTE - 1983 - *Agriculture 2000. A look at the future*. Batelle Press, Columbus Division xvi + 183p.
- BAUMER, M. - 1964 - *La recherche scientifique en vue du développement de la zone aride d'Arabie saoudite*. Paris, UNESCO, rapport NSIAZ/754, 47p.
- BAUMER, M. - 1968 - *Ecologie et aménagement des pâturages au Korlofin (République du Soudan)*. Montpellier (France), Fac. des sc., 560p.
- BAUMER, M. - 1975 - *Noms vernaculaires soudanais utiles à l'écologiste*. Paris, C.N.R.S., Travaux de l'équipe de recherche associée n°240, 127p.
- BAUMER, M. - 1981 - Rôle de *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. dans l'économie rurale africaine : sa consommation par le bétail. *Rev. élev. méd. vét. pays trop.* 34 (3) : 325 - 328
- BAUMER, M. - 1983 - *Notes on trees and shrubs in arid and semi-arid regions*. Rome, F.A.O., EMASAR II, x + 270p.
- BAUMER, M. - 1985 - Apiculture and agroforestry. In IBRA, *Proc. 3d Intern. Conf. on Apiculture in tropical Climates* : 238 - 240
- BAUMER, M. - 1986 - *Possibilités agroforestières à Madagascar et propositions d'actions*. Nairobi, ICRAF, 36p.
- BAUMER, M. - 1987 - *Agroforesterie et désertification. Le rôle possible de l'agroforesterie dans la lutte contre la désertification et la dégradation de l'environnement*. Wageningen (Pays Bas), C.T.A., 260p.
- BAUMER, M. - 1988 - Agroforestry and optimised use of fodder resources in arid lands. Range Managt Society of India, *Abstract. 3rd intern. Rangeland Congress. Nov. 7-11, 1988. Vigyan Bhuvan, New-Delhi*, vol. 2 : 519 - 523

BIBLIOGRAPHIE

- BAUMER, M. - 1990 - *Agroforesterie et production animale : petits élevages et productions spéciales*. Nairobi, ICRAF, Notes de cours, 31p.
- BAUMER, M. - 1994 - Forêts pares ou parcs arborés? *Bois et forêts des tropiques*, n°240 : 53 - 69
- BAUMER, M., Ika DARNHOFFER et Sandrine GUANDALINO - 1991 - Baobab Farm Ltd. ou : que faire d'une carrière après exploitation ? *Bois et forêts des tropiques*, 226 : 48 - 60
- BAUMER, M. et P.A. REY - 1974 - Pastoralisme, aménagement, cartographie de la végétation et développement intégral harmonisé dans les régions circum-sahariennes. Genève, Inst. d'étude du développement, Genève - Afrique. *Acta africana*, 13 (1) : 1 - 18
- BAUMER, M. et TRAN Van Nao - 1987 - Land reclamation and agroforestry in Bentre Province, Viet Nam. *ICRAF's Newsletter*, 21 : 4 - 5
- BAUMER, M. et P.J. WOOD - 1985 a - *Report on a mission to Somalia (19 - 30 May 1985)*. Nairobi, ICRAF, iv + 45p.
- BAUMER, M. et P.J. WOOD - 1985 b - *Somalia ICRAF Agroforestry Training Workshop. Progress Report on Phase I*. Mogadishu, U.S. - AID, 9p. dact.
- BAUMER, M. et P.J. WOOD - 1986 - Recherche et développement agroforestiers : pratiques agroforestières pour mettre fin aux pénuries d'aliments, de fibres, de fourrage et de combustible. In CARLSON, L.W. et K.R. SHEA (compil.), *Amélioration de la productivité des terres à usages multiples* : 25 - 26. Vienne, IUFRO. Atelier sur la planif. de la rech. en Afr. dans les zones sahéliennes et nord-soud., Nairobi, 9 - 15 janv. 1986. 357p.
- BAYER, W. - 1986 - Agro-pastoral herding practices and the grazing behaviour of cattle. In ILCA, *Livestock systems research in Nigeria's sub - humid zone, Proc. of the 2d ILCA / NAPRI Symp.*, 29 Oct. - 2 Nov. 1984. Kaduna (Nigeria) : 427 - 440
- BAYER, W. et E.O. OTCHERE - 1985 - Effect of livestock-crop integration on grazing time of cattle in a subhumid African savanna. In TOOTHILL J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 175 - 177. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- BEALE, I.F. - 1973 - Tree density effects on yields of herbage and tree components in south-west Queensland mulga (*Acacia aneura* F. Muell.) scrub. *Tropical Grasslands*, 7 : 135 - 141
- BECHMANN, R. - 1984 - *Les racines des cathédrales*. Paris, Payot, 330p.
- BECKER, M. et J. DRAPIER - 1984 - Rôle de l'allélopathie dans les difficultés de régénération du sapin (*Abies alba* Mill.). 1. Propriétés phytotoxiques des hydrosolubles d'aiguilles de sapin. Montpellier (France). *Acta oecologica, Oecologia plantarum*, 5 (19) 4 : 347 - 356
- BECKER, M. et J. DRAPIER - 1985 - Rôle de l'allélopathie dans les difficultés de régénération du sapin (*Abies alba* Mill.). 2. Étude des lessivats naturels de feuillage, de litière et d'humus. Montpellier (France). *Acta oecologica, Oecologia plantarum*, 6 (20) 1 : 31 - 40
- BEER, J.W. - 1987 - Experiences with fence line fodder trees in Costa Rica and Nicaragua. In BEER J.W., H.W. FASSBENDER et J. HEUVELDOP (ed) - 1987 - *Advances in agroforestry research. Proceedings of a Seminar, September 1 to 11 th, 1985, Turrialba, Costa Rica*. Turrialba, CATIE : 215 - 222
- BEER, J.W., H.W. FASSBENDER et J. HEUVELDOP (ed) - 1987 - *Advances in agroforestry research. Proceedings of a Seminar, September 1 to 11 th, 1985, Turrialba, Costa Rica*. Turrialba, CATIE, 379p.
- BEEETS, W. - 1982 - *Multiple cropping and tropical farming systems*. Aldershot (Hants., U.K.), Gower, xiv § 156 p.
- BELIARD, C.A. - 1983 - *Resultados preliminares de la producción de biomasa en cercos vivos de Gliricidia Sepium bajo dos frecuencias de poda en la region de La Palmera, San Carlos, Costa Rica*. Turrialba (Costa Rica). CATIE. 12p.
- BELIARD, C.A. - 1984 - *Producción de biomasa de Gliricidia Sepium (Jacq.) Steud. en cercos vivos bajo tres frecuencias de poda (3, 6 y 9 meses)*. Turrialba, CATIE, 97p.
- BELL, R.H.V. - 1982 - The effect of soil nutrient availability on community structure in African ecosystems. In HUNTLEY B.J. et B.H. WALKER (ed.), *Ecology of tropical savannas* : 193 - 216. Springer-Verlag, Berlin (Germany).
- BELLON, F. - 1989 - Travail des sols et dynamique de l'eau. Montpellier (France). ORSTOM, Réseau "Erosion", *Bull.*, 10 : 48 - 61
- BELMONT, J. - 1984 - La participation. Paris, UNESCO, *Info-MAB*, 2 : 1 - 2
- BELSKY, A. Joy - 1983 - Small-scale pattern in grassland communities in the Serengeti National Park, Tanzania. *Vegetatio*, 55 : 141 - 151
- BELSKY, A. Joy - 1985 - Long-term vegetation monitoring in the Serengeti National Park, Tanzania. *J. Appl. Ecol.*, 22 : 449 - 460
- BELSKY, A. Joy - 1986 a - Population and community processes in a mosaic grassland in the Serengeti, Tanzania. *J. Ecol.*, 74 : 419 - 437
- BELSKY, A. Joy - 1986 b - Revegetation of artificial disturbances in grasslands of the Serengeti National Park, Tanzania. 1. Colonization of grazed and ungrazed plots. *J. Ecol.*, 74 : 419 - 437
- BELSKY, A. Joy - 1986 c - Revegetation of artificial disturbances in grasslands of the Serengeti National Park, Tanzania. 2. Five years of successional change. *J. Ecol.*, 74 : 937 - 952
- BELSKY, A. Joy - 1987 - Revegetation of artificial disturbances in grasslands of the Serengeti National Park, Tanzania. *Vegetatio*, 70 : 51 - 59
- BELSKY, A. Joy - 1988 - Regional influences on small-scale vegetational heterogeneity within grasslands in the Serengeti National Park, Tanzania. *Vegetatio*, 74 : 3 - 10
- BELSKY, A. Joy, R.G. AMUNDSON, J.M. DUXBURY, S.J. RIHA, A.R. ALI et S.M. MWONGA - 1989 - The effects of trees on their physical, chemical, and biological environments in a semi-arid savanna in Kenya. *J. applied Ecol.*, 26 : 1 005 - 1 024
- BENE, J.G. - 1978 a - *Les arbres dans l'aménagement des terres sous les tropiques*. Ottawa, I.D.R.C.
- BENE, J.G. - 1978 b - *El bosque tropical : sobreexplotado y subutilizado*. Ottawa, I.D.R.C.
- BENE, J.G., H.W. BEALL, et A. COTE - 1978 - *Les arbres dans l'aménagement des terres sous les tropiques : une solution à la faim*. Ottawa, C.R.D.I., 55p.

- BENOIT, M. - 1979 - *Le chemin des Peul du Boobola. Contribution à l'écologie du pastoralisme en Afrique des savanes*. Paris, ORSTOM. Travaux et doc. n° 101, 208p.
- BERNARD, F.E. - 1985 - Planning and environmental risks in Kenya's dry lands. *Geogr. Rev.*, 75 (1) : 58 - 70
- BERNARDET, Ph. - 1988 - *Vache de la houe, vache de la dot. Elevage bovin et rapports de production en Moyenne et Haute Côte d'Ivoire*. Paris, C.N.R.S., 228p.
- BERTHET-BONDET, J. et J. BONNEMAIRE - 1986 - L'élevage dans une agriculture en terrasses des Hautes Collines himalayennes: Salmé au Népal. In D.S.A. (éd.), *Relations agriculture-élevage* : 283 - 294
- BESS, M. - 1990 - Kenya's reefs. *Kenya past and present*, 22 : 27 - 33
- BEUHNE, F.R. - 1925 (2e éd. rév.) - *Honey flora of Victoria*. Melbourne, Dpt of Agriculture Govt Printer, 148p.
- BHANDARI, D.S., H.N. GOVIL et A. HUSSAIN - 1979 - Chemical composition and nutritive value of Khejri (*Prosopis cineraria*) tree leaves. *Annals of Arid Zones*, 18 (3) : 170 - 173
- BHUYIA, Fahmid Karim - 1990 - *Mulberry plantation : a recent integration to existing farming system*. Poster presented at the ICRAF D.S.O. course on agroforestry research for development, 7 - 25 May 1990, Nairobi.
- BILLE, J.C. - 1973 - *L'écosystème sahélien de Fété-Olé : essai de bilan au niveau de la production primaire nette annuelle*. Dakar, ORSTOM, rapport, 66 p.
- BILLE, J.C. - 1983 - L'évolution du milieu. In ILCA, *Pastoral Systems Research in Sub-Saharan Africa* : 133 - 144. ILCA, Addis-Abeba (Ethiopie).
- BILLE, J.C. - 1985 - Some aspects of bush encroachment in the African rangelands. In TOTHILL, J.C. et J.J. MOTT (éd.), *Ecology and management of the world's savannas* : 213 - 216
- BILLE, J.C. - et H. POUPON - 1972 - Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal : biomasse végétale et production primaire nette. *La Terre et la Vie*, 26 : 366 - 382
- BIOTROP - 1980 - *Proceedings of BIOTROP workshop on ulang-ulang*. Bogor (Indonesia), BIOTROP, Special Public. n°5
- BISHOP, J.P. - 1983 Tropical forest sheep on legume forage/fuelwood fallows. *Agroforestry systems*, 1 : 79 - 84
- BLENCH, R.M., D. BOURN et D. WINT - 1985 - *Integrated air-ground surveys in the Nigerian sub-humid zone*. Kaduna (Nigeria) Report to the ILCA sub-humid zone programme
- BOOKHOUT, T.A. - 1965 - Feeding coactions between snowshoe hares and white-tailed deer in northern Michigan. *Trans. N. Amer. Wild. Conf.*, 30 : 321 - 335
- BOSERUP, E. - 1966 - *The conditions of agricultural growth : the economics of agrarian change under population pressure*. Chicago (U.S.A.), Aldine, 124p.
- BOSSER, J. - 1954 - Pâturages naturels de Madagascar. Tananarive. *Mém. Inst. sc. Madagascar*. série B, vol. 5 : 65 - 77
- BOTKIN, D.B., J.M. MELLILO et L.S. WU - 1983 - How large mammal population dynamics are linked to ecosystem processes. In FOWLER, C.W. et T.D. SMITH, *Dynamics of large mammals populations*. John Wiley, New York (USA).
- BOUCHE, M. - 1984 - Les modalités d'adaptation des lombriciens à la sécheresse. *Bull. Soc. Bota. de France (Act. bot.)*, 131 (2-3-4) : 319 - 327
- BOUCHE, M. - 1987 - Schématisation spatiotemporelle des interrelations sol-écosystèmes. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 24 (3) : 243 - 259
- BOUDET, G., M. CARRIERE, P. CHRISTY, H. GUERIN, C. LE JAN, A. Wedoud Ould CHEIKH, S. PROMTEP et D. REISS - 1987 - *Pâturages et élevage au sud de la Mauritanie (Kaedi). Etude intégrée sur les pâturages, leur conservation et leur restauration, le cheptel et les éleveurs*. Maisons Alfort (France), I.E.M.V.T. / CNERV, 282p.
- BOUDY, P. - 1950 - *Economie forestière nord-africaine. Monographies et traitement des essences forestières*. Paris, Larose, 3 vol. de 686, 878 et 375p. en 4t.
- BOURBOUZE, A. - 1982 - Utilisation de la végétation de type méditerranéen par des caprins. *Fourrages*, 92 : 91 - 106
- BOURBOUZE, A. - 1986 - Définition d'une méthode d'analyse de l'occupation d'un espace pastoral : exemple du Haut Atlas. In D.S.A. (éd.), *Relations agriculture - élevage* : 212 - 220. CIRAD, Montpellier (France). Actes de séminaire, 10 - 13 septembre 1985, Montpellier.
- BOURGEOT, A. - 1975 - Analyse des rapports de production chez les pasteurs et les agriculteurs de l'Ahaggar. In MONOD, T. (éd.), *Pastoralism in tropical Africa* : 263 - 283. Proceedings of an International African Seminar 1972.
- BOURKE, D.O'D. - 1974 - *French-English horticultural dictionary, with English-French index*. East Malling, Maidstone, Kent, U.K., Commonw. Bureau of Hortic. and Plantation Crops, Techn. Comm. n°35, 196p.
- BOURLIERE, F. (ed.) - 1983 - *Tropical savannas*. Amsterdam, Elsevier, Ecosystems of the world n°13, xii + 730p.
- BOURN, D. - 1976 - *Tsetse fly ecology, Angar Valley, Wollega Province, Western Ethiopia*. Addis-Abeba, Min. of Agric., 8p.
- BOURN, D. et F. WINT - 1985 - *Wet season distribution and abundance of livestock populations and human habitation in Gourma Region of Mali*. R.I.M. Jersey (U.K.)
- BOWMAN, J.C. - 1997 - *Animals for Man*. London, E. Arnold. Studies in biology n° 78, (ii) + 70p.
- BOX, T. - 1977 - Potential of the arid and semi-arid rangelands for ruminant production. In WINROCK INTERNATIONAL, *Potential of the world's forages for ruminant animal production* : 79 - 90. Morrilton (USA) pour Winrock International.
- BOX, T. - 1978 - The integration of forests and rangelands for protein production. *Proc. 8th World Forestry Congress*, 3 : 1303 - 1311
- BRANDIS, D. - 1874 - *The forest flora of North-West and Central India*. Dehradun (India), Intern. Book Distrib., 608p. (reprint)
- BRAUN-BLANQUET, J. - 1936 - *La forêt d'yeuse languedocienne (Quercion ilicis)*. Monographie phytosociologique. Nîmes, Mém. Soc. Et. Sc. nat., n°5, 147p.

BIBLIOGRAPHIE

- BREITENBACH, F. von - 1961 - The indigenous trees of Ethiopia. Addis Abeba, *Ethiopian Forestry Association*, 305p.
- BREMAN, H., H. van KEULEN et J.J.M.H. KETELAARS - 1984 - Land evaluation for semi-arid rangeland : a critical review of concepts. In SIDERIUS, W. (ed.), *Proceedings of the workshop of land evaluation for extensive grazing* : 229 - 241. International Institute for Land Reclamation and Improvement (Netherlands).
- BREMAUD, O. - 1969 - *Notes sur l'élevage camelin dans les districts nord de la République du Kenya*. Maisons Alfort (France), I.E.M.V.T., rapport
- BREWBAKER, J.L. - 1986 a - Nitrogen fixing trees for browse in Africa. Pres. at Alley Cropping Workshop, 10-14 March 1986, Ibadan, I.I.T.A.
- BREWBAKER, J.L. - 1986 b - Leguminous trees and shrubs for Southeastern Asia and the South Pacific. In BLAIR, G.J., D.A. IVORY et T.R. EVANS (ed.), *Forages in Southeast Asia and South Pacific agriculture* : 43 - 50. Canberra, Australian Center for Intern. Agric. Res., Proc. of an intern. workshop held at Cisarua, Indonesia, 19 - 23 Aug. 1985
- BROKENSCHA, D. et B.W. RILEY - 1980 - Mbeere knowledge of their vegetation, and its relevance for development : a case-study from Kenya. In BROKENSCHA, D., D.M. WARREN et O. WERNER (ed.), *Indigenous knowledge systems and development* : 111 - 127. University Press of America, Lanham (USA).
- BROWN, R.T. - 1967 - Influence of naturally occurring compounds on germination and growth of Jack pine. *Ecology*, 48 : 542 - 546
- BRUCKNER, P. - 1986 - *Le sanglot de l'homme blanc*. Paris, Point-Actuel, 320p.
- BRUNSCHWIG, G. - 1990 - *Systèmes d'élevage extensifs d'altitude dans les Andes centrales du Pérou*. Montpellier, CIHEAM, I.A.M., Thèses et masters n°7, 368p.
- BUCHER, E.H. - 1982 - Chaco and caatinga-South American arid savannas, woodlands and thickets. In HUNTLEY, B.J. et B.H. WALKER (ed.), *Ecology of tropical savannas* : 48 - 79. Springer-Verlag, Berlin (Germany).
- BUNDERSON, W.T. et H. COOK - 1988 - Utilisation des fourrages conservés pour les bovins indigènes des collines Nouba (Soudan). In NORDBLUM, T.L., A.K.M. AHMED et G.R. POTTS (éd.), *Méthodes de recherche applicables aux essais zootechniques en ferme* : 45 - 69. CRDI, Ottawa (Canada). Actes d'atelier, 25 - 28 mars 1985, Alep (Syrie).
- BURGEMEISTER, R. - 1975 - *Problèmes posés par l'élevage du chameau en Afrique : un exemple du sud tunisien*. Eischborn (Allemagne), G.T.Z., 86p.
- BURKILL, I.H. - 1935 - *A dictionary of the economic products of the Malay Peninsula*. London, Crown Agent for the Colonies, 2 vol., 1240 et 1203p.
- BURROWS, W.H. - 1973 a - Regeneration and spatial patterns of *Acacia aneura* in south-west Queensland. *Tropical Grasslands*, 7 : 57 - 68
- BURROWS, W.H. - 1973 b - Studies in the dynamics and control of weedy plants in semi-arid Queensland. I. *Eremophila gilesii*. *Queensland J. of Agric. and Animal Sc.*, 30 : 57 - 64
- BURROWS, W.H., I.F. BEALE, R.G. SILCOCK et A.J. PRESSLAND - 1985 - Prediction of tree and shrub population changes in a semi-arid woodland. In TOTHILL, J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 207 - 211. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- CADMAN, W.A. - 1954 - *Shelterbelts for Welsh hill farms*. London, Forestry Commission. Forest Record 22, 30p.
- CALDWELL, M.M., R.S. WHITE, R.T. MOORE et L.B. CAMP - 1977 - Carbon balance, productivity, and water use of cold winter desert shrub communities dominated by C₃ and C₄ species. *Oecologia* (Berlin), 29 : 275 - 300
- CAMBEFORT, Y. - 1990 - Structure et rôle des peuplements d'insectes coléoptères scarabéidés coprophages dans les régions forestières et pré-forestières de Guyane française. C.R. in "SRETIE-Info" 29 : 22 - 23. Paris, Secrétariat d'Etat chargé de l'environnement.
- CAREW, B.A.R. - 1983 - *Gliricidia Sepium* as a sole feed for small ruminants. *Tropical Grasslands*, 17 : 181 - 183
- CARIASO, E.R. - 1988 - *Feeding value of mahunggay (moringa oleifera) leaf meal in broiler diet*. Laguna (Philippines). Univ. of the Phil. at Los Banos, College of Agric., Thesis
- CARRAD, B. - 1977 - *Cattle and coconuts : a study of copra estates in the Solomon Islands*. Draft report for South Pacific Commission, ANU, Canberra.
- CASTILLO, L.S., R.P. NOVERO, E.E. ABENIR et L.P. PALO - 1981 - New sources of leaf meal for poultry : anabiong (*Trema orientalis* (Linn.) Blume) tree. *Livestock and Poultry Circular and Research News*, 10 : 7 et 11
- CERULLI, F. - 1959 - Il diritto consuetudinario della Somalia settentrionale (Migiurtini). In : *Somalia. scritti vari editi e inediti*, vol. 2. Rome, Inst. poligrafico dello Stato per l'Adm. fiduciaria ital. della Somalia.
- CERRUTTI, F. - 1990 - Quelques réflexions sur les incendies. *Arborescences*, 26 : 34 - 36
- CESAR, J. et J.C. MENAUT - 1974 - *Le peuplement végétal*. Bull. liaison chercheurs de Lamto, n° spécial 2, 161p.
- CHARDONNET, Ph. - 1983 - *Exploitation rationnelle des Cervidés en Nouvelle Zélande*. Maisons Alfort (France), Ecole nationale vétérinaire. Thèse 159
- CHARDONNET, Ph. - 1988 - L'élevage de cerfs en Nouvelle-Calédonie : une nouvelle source de diversification des ressources locales. *Lettre du CIRAD* n° 6 (déc. 1988), 2p.
- CHATUVERDI, A.N., S.C. SHARMA et Ramji SRIVASTAVA - 1988 - Water consumption and biomass production of some forest tree species. *Internat. Tree Crops J.*, 5(1-2) : 71-76
- CHAUNU, P. - 1982 - *La France*. Paris, R. Laffont, 388 p.
- CHEVALIER, A. - 1934 - Nouvelles observations sur quelques acacias de l'Afrique occidentale. *Revue de botanique appliquée*, 14 : 875 - 884
- CHEVALIER, A. - 1935 - Les îles du Cap Vert. Géographie, biogéographie, agriculture, flore d'archipel. *RIBAAT*, 15 : 733 - 1090

- CHEVALIER, A. - 1950 - La progression de l'aridité, du dessèchement et de l'ensablement et la décadence des sols en Afrique occidentale française. *C.R. Acad. Sc.*, 230 (18) : 1550 - 1553
- CHEVALIER, G., J. GARBAYE, S. GIANINAZZI, D. MOUSAN, J.M. OLIVIER et J. OUNEZ - 1990 - *La symbiose mycorhizienne*, Paris, INRA, Dossiers, 1 fasc. ill. de 12p. (non numérotées)
- CHILDS, A.H.B. et C.G. GROOM - 1964 - Balanced farming with cattle and coconuts. *E. Afr. Agr. For. J.*, 29 (3) : 206 - 207
- CHOU, C.H., S.Y. HWANG et C.J. PENG - 1987 - The selective allelopathic interaction of a pasture - forest intercropping in Taiwan. *Plant and soil* (Netherlands), 98 (1) : 31 - 41
- C.I.L.F. - 1976 - *Vocabulaire de l'environnement*. Paris, C.R.H./Hachette, Conseil intern. de la langue franç. (xiv) + 144 p.
- CISSE, M.I. - 1980 - Effets de divers régimes d'effeuillage sur la production foliaire de quelques buissons fourragers de la zone soudano-sahélienne. In LE HOUEROU, H.N. (éd.), *Les fourrages ligneux en Afrique. Etat actuel des connaissances* : 209 - 212. CIPEA, Addis Abeba (Éthiopie), Actes de congrès international, 8 - 12 avril 1980, Addis Abeba.
- CISSE, M.I. et R.T. WILSON - 1985 - Status and use of *Pterocarpus lucens* Lepr. in Sahelian ecosystems. In TOTHILL, J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 175 - 177. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- CISSE, N.M. - 1984 - *Carence en minéraux : exploitation des résultats acquis pour l'ébauche d'un calendrier et d'une carte des carences au Sénégal*. Dakar, Labo. nat. de l'élevage et de rech. vétér., 36p. plus réf. biblio. et tableaux
- CLEMENT, C. - 1987 - The pejbaye palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.) as potential agroforestry species. In BEER, J.W., H.W. FASSBENDER et J. HEUVELDOP (ed.), *Advances in agroforestry research* : 182 - 188. CATIE, Turrialba (Costa Rica). Proceedings of a seminar, 1 - 11 September 1985, Turrialba.
- CLEMENT, C. et J. MORA URPI - 1984 - *The Pejbaye (Bactris gasipaes H.B.K., Palmae) : multi-use potential for the lowland humid tropics*. Pres. at 23d annual reunion Soc. econ. Bot., College Station, Texas, 18p.
- CLEMENTS, F.E. - 1920 - *Plants indicators : the relation of plant communities to process and practice*. Washington D.C., Carnegie Inst., 388p.
- CLEMENT, J.M. (sous la dir. de) - 1981 - *Larousse agricole*. Paris, Larousse, 1208p.
- CLOR, M.A., T.A. AL-ANI et F. CHARCHAFCH - 1974 - *Germination and seedling development of Haloxylon salicornicum*. Abu Ghraib (Iraq), Inst. of applied res. on nat. ressources, Techn. Report 57, 31p.
- CLOUDLEY-THOMPSON, J.L. - 1969 - Camel Encyclopaedia. *Americanu*, 5 : 261 - 263
- C.N.R.S. - 1955 - *Les divisions écologiques du monde*. Paris, C.N.R.S., 235p.
- COE, M.J., D.H. CUMMINGS et J. PHILLIPSON - 1976 - Biomass-production of large African herbivores in relation to rainfall and primary production. *Oecologia* 22 : 341-354
- COLE, M.M. - 1982 - The influence of soils, geomorphology and geology on the distribution of plant communities in savanna eco-systems. In BUNTLEY, B.J. et B.H. WALKER (ed.), *Ecology of tropical savannas* : 145 - 174. Springer-Verlag, Berlin (Germany).
- COLLOCOTT, T.C. et A.B. DOBSON (ed.) - 1974 - *Chambers Science and Technology Dictionary*. Edinburgh, Chambers, xvi + 1328p.
- COMBE, J. - 1983 - Agroforestry techniques in tropical countries : potential and limitations. *Agroforestry systems*, 1 : 13 - 27
- Concise English Dictionary* - 1982 - Oxford, Oxford University Press, xx + 1258p.
- CONDOMINAS, G. - 1980 - Agricultural ecology in the Southeast Asian savanna region : the Mnong Gar of Vietnam and their social space. In HARRIS, D.R. (ed.), *Human ecology in savanna environments* : 209 - 252. (Netherlands).
- CONKLIN, H.C. - 1954 - An ethnoecological approach to shifting agriculture. *Trans. New York Ac. of Sc.*, II, 17.2 : 133 - 142
- CONKLIN, H.C. - 1957 - *Hannoo agriculture : a report on an integral system of shifting cultivation in the Philippines*. Rome, F.A.O., Forestry Devt Paper n°12
- CONSTANCIA - 1905 - *Les essences forestières du Soudan propres à la construction*. Paris, Challamel, 68p.
- COOMANS, P. et P. GAULLIER - 1985 - Cattle breeding under oil palm in Cameroon. *Oléagineux*, 40 (2) : 63 - 65
- COOK, C.W. - 1959 - The effect of site on the palatability and nutritive content of seeded wheat grass. *J.R.M.*, 12 : 289 - 292
- COOK, C.W. et L.F. HARRIS - 1950 - *The nutritive value of range forage plants as affected by vegetation type, site, and stage of maturity*. Utah Agric. Exper. Station, Bull. 344, 45p.
- COPPOCK, D.L., D.M. SWIFT et J.E. EKLISS - 1986 - Seasonal nutritional characteristics of livestock diets in a nomadic pastoral ecosystem. *S. of applied ecology*, 23 : 585 - 595
- CORDES, R. et F. SCHOLZ - 1980 - *Bedouins, wealth and change. A study of rural development in the United Arab Emirates and the Sultanate of Oman*. Tokyo, U.N. University, NRTS-7 / UNUP-14, 65p.
- CORDIER, G. - 1947 - De la composition de quelques produits fourragers tunisiens et de leur valeur dans l'alimentation du mouton. *Ann. Serv. bot. agron. Tunisie*, 20 : 25 - 108
- CORNET, A. - 1984 - Utilisation de modèles simples de bilan hydrique et de production de biomasse pour déterminer les potentialités de production de parcours en zone sahéenne sénégalaise. In SIDERIUS, W. (ed.), *Proceedings of the workshop of land evaluation for extensive grazing* : 207 - 228. International Institute for Land Reclamation and Improvement (Netherlands).
- CORVOL, A. - 1987 - *L'homme aux bois. Histoire des relations de l'homme et de la forêt. XVIIe - XXe siècles*. Paris, Fayard, 585p.
- COSSALTER, C. - 1983 - *Fiche phytotechnique de 12 essences destinées à l'agroforesterie et aux aménagements sylvopastoraux*. Nogent sur Marne (France), C.T.F.T., Annexe 16 de Evaluation d'un Projet de reboisement dans la région de Kayongözi, Burundi.

BIBLIOGRAPHIE

- COSSINS, N.J. - 1986 - *The management of water and land resources in the traditional pastoral areas of the east Africa*. A paper prepared for a Seminar on Water and Land Resources Management, Econ. Devt. Inst. of the World Bank
- COSSINS, N.J., M. UPTON - 1987 - The Borana Pastoral System of Southern Ethiopia. *Agricultural Systems*, 25 : 199-218
- COSTE, R. - 1968 - *Le caféier*. Paris, Maisonneuve et Larose, 310p.
- COSTE, R. - 1988 - Remarques à l'Académie des sciences d'outre-mer après une communication d'A. ANGLADETTE sur "Trois quarts de siècle de recherche agronomique française en Afrique inter-tropicale". *Mondes et Cultures*, 48 (3) : 395 - 396
- COULOMB, J., H. SERRES et G. TACHER - 1980 - *L'élevage en pays sahélier*. Paris, P.U.F., 192p.
- CRANE, Eva - 1985 - Some multipurpose trees that are important honey sources in the tropics and subtropics. In IBRA, *Proc. 3d intern. Conf. Apic. in tropical Climates* : 192 - 197
- C.S.U. - 1990 - Selenium rations for cattle ? Fresno, California State Univ., Calif. Agric. Technology Inst., *Update* (March 1990) : 1 et 3
- C.T.A. - 1989 - *Agroforesterie. Efficacité des arbres dans la production et les paysages agraires africains*. Wageningen (Pays-Bas), Centre technique de coopération agricole et rurale, comptes rendus du Séminaire tenu du 11 au 16 juin 1988 à Kigali (Rwanda), 395p.
- C.T.A. - 1990 - Produits tropicaux : la concurrence vient d'Asie. *Spore*, 26 : 1 - 4
- C.T.A. - 1991 a - Patawa : un étonnant palmier à huile. *Spore*, 34 : 10
- C.T.A. - 1991 b - Le burana : un arbre à découvrir. *Spore*, 34:12
- C.T.F.T. - 1988 - *Faidherbia albida (Del.) A. Chev. (synonyme Acacia albida Del.)*. Nogent sur Marne (France), Centre technique forestier trop., 78p.
- CUNNISON, I. - 1966 - *Baggara Arabs. Power and the lineage in a Sudanese nomad tribe*. Oxford, Clarendon, xiv + 233p.
- CURASSON, G. - 1947 - *Le chameau et ses maladies*. Paris, Vigot, 462p.
- CURASSON, G. - 1958 - *Pâturages et aliments du bétail en régions tropicales et subtropicales*. Paris, Vigot, 344p.
- DAGET, P. et M. GODRON - 1979 (2e éd. rev. et corr.) - *Vocabulaire d'écologie*. Paris, Hachette, 300p.
- DAGET, P. et J. POISSONNET - 1990 - Notion de valeur pastorale. *Repères*, 2(3) : 4 - 8
- DALAL-CLAYTON, D.B. - 1985 (2d ed) - *Black's agricultural dictionary*. London, A. and C. Black, 432p.
- DALY, J.J. - 1984 - Cattle needs shade trees. *Queensland Agric. Journal*, 110 : 21 - 24
- DARICI, C. - 1978 - *Effet du type d'argile sur quelques activités microbiennes dans divers sols tropicaux. Comparaison d'un sol à allophane, d'un vertisol à montmorillonite et d'un sol ferrugineux tropical à illite et kaolinite*. Orsay (France), Univ. Paris sud, Thèse, 98p.
- DARKOH, M.B.K. - 1990 - *Towards sustainable development of Kenya's arid and semi-arid lands (ASAL)*. Nairobi. Kenyatta Univ., Public lecture 1, ii + 30p.
- DAYDON-JACKSON, B. - 1928 (4e ed.) - *A glossary of botanic terms with their derivation and accent*. London, Gerald Duckworth and Co. Ltd., x + 481p.
- DAYTON, W.A. - 1931 - *Important western browse plants*. U.S.D.A. Misc. public. 101
- DECAIX, G. - 1990 - Aménagement sylvo-pastoral et touristique en Haute-Provence : l'exemple du site de La Colle Saint Michel. *Arborescences*, 26 : 17 - 19
- DE KOCK - 1980 - Arbustes fourragers résistant à la sécheresse en Afrique du Sud. In LEHOUEIROU, H.N. (éd.), *Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances* : 399 - 408. CIPFA, Addis Abeba (Ethiopie).
- DE LEEUW, P., S. BEKURE et B.E. GRANDIN - 1984 - Aspects of livestock productivity in Maasai group ranches in Kenya. *ILCA Bull.*, 19 : 17 - 20
- DE LEEUW, P. et C. DE HAAN - 1983 - A proposal for development in the pastoral zone in the Republic of Niger. In ILCA (ed.) *Pastoral Systems Research in sub-Saharan Africa* : 435 - 461
- DE LEEUW, P. et R.H. LAMPREY - 1989 - Prediction of vegetation cover, rainfall, growing season and crop yield using NDVI data : A review. *ILCA Bull.*
- DE LEEUW, P. et R. NYAMBAKA - 1989 - The prediction of rangeland primary production from rainfall data in arid and semi-arid Eastern Africa. In DZOWELA (ed.), *Proc. of the third PANESA Workshop* : 260 - 268
- DE LEEUW, P. et J.C. TOTHILL - 1990 - *The concept of rangeland carrying capacity in sub-Saharan Africa. Myth or reality*. London, O.D.I., Pastoral Development Network paper 29 b, 20p.
- DEL MORAL, R. et C.H. MULLER - 1970 - The allelopathic effects of *Eucalyptus camaldulensis*. *Am. Midl. Nat.*, 83 : 254 - 282
- DEN HARTOG, A. et A. DE VOS - 1973 - Utilisation des rongeurs dans l'alimentation en Afrique tropicale. *Bull. nutrition F.A.O.*, 5 - 11 (2) : 1 - 10
- DESAI, S.N. et P.G. BHOI - 1984 - Comparative performance of promising bushes in forage and fuelwood production under agro-forestry management. *J. Maharashtra agric. Univ.*, 9 (3) : 287 - 289
- DESCOINGS, B. - 1976 - *Approche des formations herbeuses tropicales par la structure de la végétation*. Montpellier (France), Univ. des sc. et techn. du Languedoc, Thèse Doct. sc. nat., 221p.
- DEVENDRA, C. (ed.) - 1990 - *Shrubs and tree fodders for farm animals*. Proceedings of a workshop in Denpasar, Indonesia, 24 - 29 July 1989. Ottawa, I.D.R.C., xii + 349p., ill.
- DEVEZE, M. - 1965 - *Histoire des forêts*. Paris, P.U.F., Coll. Que sais-je ? n°1135, 126p.
- DIAGAYETE, M. - 1981 - *Untersuchungen zur Erweiterung der Kenntnisse über den Futterwert Westafrikanischer Futterpflanzen*. Stuttgart - Hohenheim, Univ., Inst. für Tierernährung, Diss. Hohenheim
- DIAGAYETE, M. et H. SCHENKEL - 1986 - Composition minérale des ligneux consommés par les ruminants de la zone sahélierne. *Rev. elev. et méd. vét. pays trop.*, 39 (3 - 4) : 421 - 424

- DIALLO, Abdel Kader - 1968 - *Pâturages naturels du Ferkouf (Rép. du Sénégal)*. Maisons Alfort (France), I.E.M.V.T., Et. agrostologique n°3, 2 vol. de 173p. et cartes et dépliants
- DICKO, M.S. et M. SANGARE - 1984 - Le comportement alimentaire des ruminants domestiques en zone sahélienne. In JOSS, P.L., P.W. LYNCH et O.B. WILLIAMS (ed.), *Rangelands : a resource under siege* : 388 - 389. Australian Academy of Sciences. Proceedings of the 2nd international rangeland congress.
- DICKO-TOURE, M. - 1980 - The contribution of browse to cattle fodder in the sedentary system of the Office du Niger. In LE HOUÉROU, H.N. (éd.) *Browse in Africa, the current state of knowledge* : 313 - 319. ILCAA, Addis Ababa (Éthiopia). Proceedings of an international symposium, 8 - 12 April, Addis Ababa.
- DIXON, J.A., D.E. JAMES et P.B. SHERMAN (ed.) - 1989 - *The economics of Dryland Management*. London, Earthscan, xvii + 302p.
- DIXON, J.A., D.E. JAMES et P.B. SHERMAN (ed.) - 1990 - *Drylands management: economic case studies*. London, Earthscan, xxi + 364p.
- DOLLE, V. - 1982 - La M'Dane, brebis des palmeraies. In M.S.H. (éd.), *Production pastorale et société* : 9 - 10
- DOLLE, V. - 1986 - L'agriculture oasisienne : une association judicieuse. L'élevage-culture irriguée sous palmiers dattiers pour valoriser l'eau, ressource rare. In D.S.A. (éd.), *Relations agriculture-élevage* : 236 - 239. CIRAD, Montpellier (France). Actes de séminaire, 10 - 13 septembre 1985, Montpellier.
- DOMMARGUES, Y. - 1987 - The role of biological nitrogen fixation in agroforestry. In STEPLER, H.A. et P.K.R. NAIR (ed.), *Agroforestry : a decade of development* : 245 - 271. ICRAF, Nairobi (Kenya).
- DOMMARGUES, Y., H.D. DIEM et F. GARRY - 1979 - The effect of soil microorganisms on plant productivity. In MONGI, H.O. et P.A. HUXLEY (ed.), *Soils research in agroforestry* : 205 - 242. ICRAF, Nairobi (Kenya). Proceedings of an expert consultation, 26 - 30 March 1979, Nairobi.
- DOMMARGUES, Y. et F. MANGENOT - 1970 - *Ecologie microbienne des sols*. Paris, Masson, 796p.
- DOUGALL, H.W. et A.V. BOGDAN - 1958 - Browse plants of Kenya, with special reference to those occurring in south Baringo. *E.A.A.J.*, 23 : 236 - 245
- DOVE, M.R. - 1981 - Symbiotic relationships between human populations and *Imperata cylindrica* : the question of ecosystem succession and preservation in South Kalimantan. In NORDIN et al. (ed.), *Conservation inputs from life sciences* : 187 - 200
- DOVE, M.R. - 1983 - Theories of swidden agriculture, and the political economy of ignorance. *Agroforestry systems*, 1 : 85 - 89
- DOYERE, J. - 1984 (27 juin) - La production laitière en France. De l'expansion au repli. Paris, *Le Monde* : 32
- DRAPIER, J. - 1985 - Les difficultés de régénération naturelle du sapin (*Abies alba* Mill.) dans les Vosges. Etude écologique. *Revue forestière française*, 37 (1) : 45 - 55
- DRAZ, Omar - 1978 - Revival of the "hema" system of range reserves as a basis for the Syrian range development program. In HYDER, D.N. (ed.), *Proceedings of the first International Rangeland congress* : 109 - 121. Society for Range Management, Denver (USA).
- DRAZ, Omar - 1985 - The Hema system of range reserves in the Arabian peninsula. In McNEELY, J.A. et D.C. PITT (ed.), *Culture and conservation : the human dimension in environmental planning* : 109 - 121. Croom Helm, London/Dover (U.K.).
- DUBREUIL, M. - 1990 - Au service des éleveurs ... le brûlage dirigé. *Arborescences*, 26 : 41 - 42
- DUBOIS, C. (Rédacteur en chef) - 1986 - *Petit Larousse en couleurs*. Librairie Larousse, Canada, pp. xxiii + 1665
- DUBY, G. - 1962 - *L'économie rurale et la vie des campagnes dans l'Occident médiéval (France, Angleterre, Empire, IXe - XVe siècles): essai de synthèse et prospective de recherche*. Paris, Aubert-Montaigne, 810p. et 10p. de pl.
- DUBY, G. et R. MANDROU - 1976 - *Histoire de la civilisation française, XVIIe - XXe siècles*. Paris, A. Colin, Coll. U, 400p.
- DUDAR, A. et Y. DUDAR - 1968 - *Camphorosma monspeliacum for improved semi desert pastures*. Luga Pastibishcha n°2, 32p.
- DUPRAZ, C. - 1987 - *Rapport sur les activités du Groupe de recherche en agroforesterie de l'INRA*. Montpellier (France), INRA
- DUPRAZ, C. - 1989 - Un aliment concentré pour l'hiver, les gousses de *Gleditsia triacanthos* L. In HETIER, J.P. et al. (ed.), *Diversification des systèmes d'élevage et gestion forestière en zone de garrigue et de montagne méditerranéenne sèche* : 4 - 13. Min. de l'environnement et Conseil régional Languedoc-Roussillon, Montpellier (France).
- DUPRAZ, C. et M. LAGACHERIE - 1990 - Culture de feuillus à bois précieux en vergers pâturés sur des terres agricoles du Languedoc-Roussillon; le réseau expérimental APPEL. *Forêt méditerranéenne*, 12 (4) : 447 - 457
- DUSEK, C.L. - 1975 - Range relations of mule deer and cattle in prairie habitat. *J. Wildlife Managt.*, 39 : 605 - 616
- DYE, P.J. et P.T. SPEAR - 1982 - The effects of bush clearing and rainfall variability on grass yield and composition in southwest Zimbabwe. *J. of agricultural research*, 20 : 103 - 118
- DYKSTERHUIS, E.J. - 1949 - Condition of management of rangeland based on quantitative ecology. *J.R.M.*, 24 : 210 - 215
- DYSON-HUDSON, N. et R. DYSON-HUDSON - 1982 - The structure of East African herds and the future of East African herds. *Development and change*, 13 (2) : 213 - 238
- ECOSYSTEMS - 1985 - *Turkana District Resources Survey 1982-1984*. Nairobi, Ecosystems Ltd, for Min. of Energy and Regional Devt. Turkana Rehabilitation Project, Devt. Support Unit, 1 - Main Report, 2 - A planner's compendium.
- EDE/CERPAM - 1985 - *Suivi sylvo-pastoral de La Barben, premier bilan*. Aix en Provence (France), Chambre d'Agric., 45p.
- EGLI, A. - 1988 - *Les arbres et arbustes fourragers au Rwanda*. Butare (Rwanda), ISAR, Note technique n°2, xi + 85p.
- EISIKOWITCH, D. et Y. MASAD - 1980 - Nectar-yielding plants during the dearth season in Israël. *Bee World*, 61 (1) : 11 - 18
- EISIKOWITCH, D. et Y. REVES - 1983 - *Eucalyptus torquata*, the coral-flowered gum, an attractive plant for honey bees in Israël. *Amer. Bee J.*, 123 (8) : 576 - 577

BIBLIOGRAPHIE

- EISIKOWITCH, D. et A. DAFNI - 1988 - The use and abuse of introducing honey plants. *Bee World*, 69 (1) : 11 - 18
- EMBERGER, L. - 1960 - Les végétaux vasculaires. In CHADEFAUD et EMBERGER, *Traité de botanique (systématique)*, t.2, 1539p. en 2 fasc.
- EMBERGER, L. (sous la direction de), M. GODRON et coll. - 1968 - *Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu*, Paris, C.N.R.S., 292p.
- ENGREF/ENSA - 1987 - *Massif d'Oku, Cameroun. Classement en réserve et principes pour un plan directeur d'aménagement*. Montpellier (France). Ecole nationale du Génie rural, des eaux et des forêts/ Ecole nationale supérieure d'agriculture, 3 vol. : 128 p., 11 p. (résumé) et dossier d'annexes.
- EPSTEIN, H. - 1971 - *The origin of the domestic animals of Africa*, vol. 2. New York, Africana, 719p.
- ESPINOZA, J.E. - 1984 - *Caracterización nutritiva de la fracción nitrogenada del forraje de madero negro (Gliricidia sepium) y poro (Erythrina poeppigiana)*. Turialba (Costa Rica), CATIE, Tesis Mag. Sci., 90p.
- ETAIX, C. et I. LE HIR - 1988 (nov.) - *Aperçu de réalisations agroforestières en République populaire de Chine*, Paris / Nancy, Ecole nationale du Génie rural et des Eaux et Forêts, Rapport du voyage d'étude réalisé en juillet-août 1988, (vii) + 153p.
- ETIENNE, M., B. HUBERT, J. LASSEUR, E. LECRIVAIN, M. MEURET et M. NAPOLEONE - 1984 - *Participation d'un troupeau caprin à la création d'un pare-feu arboré dans le sud de la France*. Genève, Commission économique pour l'Europe, Comité des problèmes agricoles, Colloque sur l'optimisation de la production animale à partir de rations de fourrages très grossiers. 21 - 25 janv. 1985
- EVANS, P.T. et J.S. ROMBOLD - 1984 - Paraiso (*Melia Azedarach* var. "Gigante") woodlots : an agroforestry alternative for the small farmer in Paraguay. *Agroforestry Systems*, 2 : 199 - 214
- EVANS-PRITCHARD, E.E. - 1940 - *The Nuer*. Oxford, Clarendon.
- EVERIST, S.L. - 1972 - Continental aspects of shrub distribution, utilization and potentials, Australia. In Mc KELL, C.M., J.P. BLAISDELL et J.R. GOODIN (ed.), *Wildland shrubs : their biology and utilization* : 16-25. USDA, General technical reports INT-1, International symposium, July 1971, Lojan (USA).
- EVERITT, J.H. et D.L. DRAWE - 1974 - Spring food habits of white-tailed deer in the South Texas plains. *J.R.M.*, 27 : 15 - 20
- F.A.O. - 1962 - *Influences exercées par la forêt sur son milieu*. Rome, F.A.O., Etude des forêts et des produits forestiers, n°15, 341p.
- F.A.O. - 1965 - *Glossaire sur les herbages et la production fourragère*. Rome, F.A.O., Sous-div. des pâturages et des cult. fourr., 123p.
- F.A.O. - 1981 - Forestry and rural development. In F.A.O., *The state of food and agriculture 1979*
- F.A.O. - 1982 - *Les eucalyptus dans les reboisements*. Rome, F.A.O., Coll. F.A.O. Forêts 11, xxiv + 753p.
- F.A.O. - 1986 - *Tropical and sub-tropical apiculture*. Rome, F.A.O., Agric. Serv. Bull. n° 68, xiii + 283p.
- F.A.O. - 1987 - *Annuaire de la production animale*. Rome, F.A.O.
- F.A.O. - 1988 - *Guidelines : land evaluation for extensive grazing*. Rome, F.A.O., Soil Bull. n58
- F.A.O. - 1989 - *Situation actuelle et évaluation du rôle de la forêt méditerranéenne : produits forestiers autres que les bois pour l'industrie*. Rome, F.A.O., doc. SCM/89/9, AFC/EFC/NEFC Committee on Mediterranean Forestry questions "Silva mediterranea", 13p.
- FARNSWORTH, M. - 1976 - The farmer and shelter. *Farm Forestry*, 18 (1) : 1 - 6
- FARRUGIA, V. - 1979 - Beekeeping in the Maltese islands. In I.B.R.A., *Beekeeping in rural development* : 41 - 46
- FAUCK, R. - 1960 - Matière organique et azote des sols de la moyenne Guinée et relations avec les rendements des cultures. *C.R. Ac. Sc.* : 152 - 160
- FELKER, P., P.R. CLARK, J.F. OSBORN et G.H. CANNEL - 1984 - *Prosopis* pod production, comparison of North American, south American, Hawaiian and African germplasm in young plantations. *Economic Botany*, 38(1):36-51
- FERNANDES, E.C.M. et P.K.R. NAIR - 1986 - An evaluation of the structure and function of tropical homegardens. *Agricultural Systems*, 21 : 279 - 310
- FERNANDES, E.C.M., A. O'KTING'ATI et J. MAGHEMBE - 1984 - The Chagga homegardens : a multistoried agroforestry cropping system on Mt Kilimanjaro (Northern Tanzania). *Agroforestry Systems*, 2 : 73 - 86
- FERRI, M.G. - 1962 - Problems of water relations of some Brazilian vegetation types, with special consideration of the concepts of xeromorphy and xerophytism. In UNESCO, *Plant / Water relationships in arid and semi-arid conditions, Proceedings of the Madrid Symposium* : 191 - 197
- FIELD, Chr. R. - 1975 - Climate and food habits of Ungulates on Galana ranch. *E. Afr. Wildl. J.*, 13 : 203 - 220
- FIELD, Chr. R. - 1976 - *Feeding trials to determine intake and digestibility of the diet of herbivorous species*. Nairobi, Project F.A.O./KEN/71/526, Proj. Working Doc. 11
- FIELD, D.I. - 1978 - *Potential carrying capacity of rangeland in Botswana*. Gaborone, Min. of Agric., Land Util. Div., 32p.
- FIELD, M.H. - 1984 - The interaction with climate, soil and land use of Central Australian tree and shrub population. In JOSS, P.I., P.W. LYNCH et O.B. WILLIAMS (ed.), *Rangelands : a resource under siege* : 388 - 389. Australian Academy of Sciences. Proceedings of the 2nd international rangeland congress.
- FISHER, R.F., R.A. WOODS et M.R. GLARICIC - 1978 - Allelopathic effects of goldenrod and aster on young sugar maple. *Can. J. For. Res.*, 8 : 1 - 9
- FLAHAUT, Ch. - 1900 - *Projet de nomenclature phytogéographique*. *C.R. Congrès int. bot. Paris* : 427 - 450
- FLATRES, P. - 1971 a - Les anciennes structures rurales de Bretagne d'après le Cartulaire de Redon. *Etudes rurales*, 41 : 87 - 93
- FLATRES, P. - 1971 b - Réflexions sur la débocagisation. In DUS-SART (éd.), *L'habitat et les paysages ruraux d'Europe*. Congrès et coll. de l'Univ. de Liège : 129 - 144

- FLATRES, P. et X. de PLANHOL (éd.) - 1980 - *Paysages arborés et complantés*. Paris, Univ. de Paris-Sorbonne, Dépt de géographie, public. n°11
- FLORET, Chr. - 1990 - *Consolidation biologique des ouvrages de conservation des eaux et du sol. Fixation biologique des sols*. Rapport de consultation, Tunisie, 1 - 16 décembre 1989. Tunis, Min. de l'Agric., Projet PNUD/F.A.O./TUN/86/020, 43p. + 6 annexes dont 43 photos
- FONZEN, P.F. et E. OBERHOLZER - 1984 - Use of multipurpose trees in hill farming systems in Western Nepal. *Agroforestry Systems*, 2 : 187 - 197
- FOURNIER, F. et A. SASSON (éd.) - 1983 - *Ecosystèmes forestiers tropicaux d'Afrique*. Paris, ORSTOM et UNESCO, Recherches sur les ressources naturelles, xix, 473p.
- FOURNIER, G. - 1962 - *Le peuplement rural en Basse Auvergne durant le Haut Moyen Age*. Paris, P.U.F., 680p.
- FRANCLET, A. et H.N. LE HOUEROU - 1971 - *Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du nord*. Rome, F.A.O., FD : SF/TUN/II/RT, rapport technique n°7, 249 p.
- FRANCOIS, T. - 1942 - A propos d'un phénomène d'alternance. *Bull. de la Soc. forest. de Franche Comté*, 23 : 853 - 860
- FREUDIGER, P., P. CHEVALLIER, D. MERMET et Keldi NUR-DINE - 1986 - Intensification agricole par embocagement des parcelles et affouragement au piquet : le cas de Numakele aux Comores. In D.S.A. (éd.), *Relations agriculture - élevage* : 260 - 263
- FRIEDEL, M.H. - 1984 - The interaction with climate, soil and land use, of Central Australian tree and shrub population. In JOSS, P.J., P.W. LYNCH et O.B. WILLIAMS (ed.), *Rangelands : a resource under siege* : 45 - 46. Australian Academy of Sciences, Proceedings of the 2nd international rangeland congress.
- FROST, P.G.H. - 1984 - The responses and survival of organisms in fire-prone environments. In BOOYSEN, P. et N.M. TANTON (ed.), *Ecological effects of fire in South African ecosystems* : 273 - 309. Springer-Verlag, Berlin (Germany).
- FROST, P.G.H. - 1985 a - Organic matter and nutrient dynamics in a broadleaved African savanna. In TOTHILL, J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 200 - 206. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- FROST, P.G.H. - 1985 b - The responses of savanna organisms to fire. In TOTHILL, J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 232 - 237. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- FROST, P.G.H., E. MEDINA, J.-C. MENAUT, O.T. SOLBRIG, M. SWIFT et B. WALKER - 1985 - *Responses of savannas to stress and disturbance. A proposal for a collaborative programme of research*. Paris, I.U.B.S. / UNESCO, *Biology Intern.*, special issue n°10, 82p.
- GANDAR, M.V. - 1982 - Description of a fire and its ecological effects in the Nylsvley Nature Reserve : a synthesis report. *South African National Scientific Programmes Report*, 63 : 1 - 39
- GANGULI, B.N., R.N. KAUL et K.T.N. NAMBIAR - 1964 - Preliminary studies on a few tropical feed species. *Ann. Arid Zones*, 3 : 33 - 37
- GARAVEL, L. - 1959 - *La culture du noyer*. Paris, Baillière, 294p.
- GARRETT, H.E. et W.B. KURTZ - 1983 - Silvicultural and economic relationships of integrated forestry - farming with black walnut. *Agroforestry Systems*, 1 : 245 - 256
- GASSAMA, Y.K. - 1989 - *Culture "in vitro" et amélioration symbiotique chez Faidherbia albida*. Comm. au Sémin. I.F.S./ACRAF/IUFRO "Les arbres et le développement", Nairobi, 20 - 25 février 1989
- GASTON, A. - 1986 - *Rapport de mission. Agrostologie, aménagement pastoral, gestion pastorale, développement intégré (du 22 février au 02 mars 1986)*. Dakar, FAPIS, 13p. + annexe
- GAUSSEN, H. - 1954 - *Géographie des plantes*. Paris, A. Colin, 223p.
- GAUTHIER-PILTERS, H. - 1961 - Observations sur l'écologie du dromadaire dans le Sahara nord-occidental. *Mammalia*, 25 (2) : 195 - 280
- GAUTHIER-PILTERS, H. et A.I. DAGG - 1981 - *The camel : its evolution, ecology, behaviour, and relationship to man*. London and Chicago, Chicago Univ. Press, 208p.
- GAUTIER, D. - 1989 - *Connaissances et pratiques agroforestières d'une communauté rurale. Exemple de la chefferie Bafou (ouest Cameroun)*. Montpellier (France), ENGREF/ENSAM/FESAT, (iv) + 57p. + ann.
- GENIN, D. - 1986 - *Aspects comportementaux et physiologiques d'une nutrition à base de végétation naturelle ligneuse chez les bovins*. Montpellier (France), U.S.T.L., D.E.A. Sc. agr., Physio. appliquée aux productions animales, 42p. + annexes
- GHOSH, P.K., S.P. GOYAL et H.C. BOHRA - 1987 - Competition for resource utilization between wild and domestic ungulates in the Rajasthan Desert. *Bangkok, Tigerpaper*, 14 (1) : 2 - 7
- GILLISON, A.N. - 1983 - Tropical savannas of Australia and the southwest Pacific. In BOURLIERE, F. (ed.), *Tropical savannas* : 183 - 243. Elsevier, Amsterdam (Netherlands).
- GILLON, Y. - 1971 - The effect of bush fire on the principal acridid species of an Ivory Coast savanna. *Proc. Tall Timbers Fire Ecology Conf.*, 11 : 419 - 471
- GILLON, Y. et J. PERNES - 1968 - Etude de l'effet du feu de brousse sur certains groupes d'Arthropodes dans une savane guinéenne. *Ann. Univ. Abidjan (série E)*, 1 : 113 - 198
- GLOVER, N. et J. BEER - 1984 - *Spatial and temporal fluctuation of litterfall in the agroforestry associations Coffea arabica-Erythrina poeppigiana and C. arabica-E. poeppigiana-Cordia alliodora*. Turrialba (Costa Rica), CATIE, 43p.
- GLOVER, N. et J. HEUVELDOP - 1985 - *Multipurpose tree trials in Acosta - Pariscal, Costa Rica. Nitrogen fixing tree research reports*, 3 : 4 - 6
- GOHL, B. - 1981 - *Tropical Feeds. Feed information summaries and nutritive values*. Rome, F.A.O., 529p.
- GOMEZ, A.A. et K.A. GOMEZ - 1983 - *Multiple cropping in the humid tropics of Asia*. Ottawa, I.D.R.C., doc. 176e, 248p.
- GONZALEZ-BERNALDEZ, F., M. MOREY et F. VELAZCO - 1969 - Efectos de la encina sobre el pasto. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, 67 : 265 - 286

BIBLIOGRAPHIE

- GORDEEVA, T.K. - 1957 - The biology of *Artemisia pauciflora* Web. *Trudy Inst. Biol.*, Ser. 3 (Geobot.), 11 : 88 - 117
- GOUNOT, M. - 1969 - *Méthodes d'étude quantitative de la végétation*. Paris, Masson, 314 p.
- GRAF, M. - 1990 - *Restoration of degraded pasture in the Sahelian zone of West Africa*. London, Wye College, Report for MSc., 113p.
- GRAF, M. et Th. SOMMERHALTER - 1989 - Mises en défens de Djibo et de Sé-Ganoua Soum, Burkina Faso. In ROCHETTE, R.M. (éd.), *Le Sahel en lutte contre la désertification, leçons d'expériences* : 151 - 173. G.T.Z., Eschborn (Germany).
- GREENSLADE, P. et J.J. MOTT - 1983 - Effect of fire on invertebrates in an Australian tropical grassland. In LEBRUN, P. (ed.), *New trends in soil biology* : 635 - 637. Dieu-Brichart, Louvain-la-Neuve (Belgique). Proceedings of an international colloquium, 1982, Louvain-la-Neuve.
- GRIMAL, P. - 1943 - *Les jardins romains à la fin de la République et aux deux premiers siècles de l'Empire*. E. de Boccard, Bibliothèque des Ecoles françaises d'Athènes et de Rome, fasc. 145, 558p.
- GROSSMAN, D., J.O. GRUNOW et G.K. THERON - 1980 - Biomass cycles, accumulation rates and nutritional characteristics of grass layer plants in canopied and uncanopied subhabitats of *Burkea africana*. *Proc. Grassl. Soc. of S. Afr.*, 15 : 157 - 161
- GROUZIS, M. et M. SICOT - 1983 - Production séquentielle du bassin versant de la mare d'Oursi : application à l'estimation des potentialités pastorales. In VANPRAET, C.L. (ed.), *Méthodes d'inventaire et de surveillance continue des écosystèmes pastoraux sahéliens* : 177 - 188. ISRA, Dakar (Sénégal) et FAO.
- GROUZIS, M., P. MILLEVILLE et M. SICOT - 1982 - *Activités de l'ORSTOM dans le domaine de la recherche sur les systèmes de production agro-pastoraux et les pâturages sahéliens en Haute Volta*. Ouagadougou, ORSTOM, Commission Recherche agronomique et zootechnique du 15 au 19 mars 1982, 15p. multigr.
- GRUNOW, J.O., H.T. GROENEVELD et S.H.C. DU TOIT - 1980 - Above-ground dry matter dynamics of the grass layer of a South African tree savanna. *J. of Ecol.*, 68 : 877 - 889
- GUERIN, H., D. FRIOT et Nd MBAYE - 1983 - Méthodologie d'étude de la valeur alimentaire des parcours naturels à faible productivité : 1. Approche bibliographique. Dakar, *L.N.E.R.V.*, 103, 31p.
- GUERIN, H., D. RICHARD, D. FRIOT et Nd MBAYE, 1986 a - Les choix alimentaires des bovins et ovins sur pâturages sahéliens. *Reprod., Nutr., Dévelop.*, 26 (1b) : 269 - 270
- GUERIN, H., C. SALL, D. FRIOT, B. AHOKPE et A. NDOYE - 1986 b - Ebauche d'une méthodologie de diagnostic de l'alimentation des ruminants domestiques dans un système agropastoral : l'exemple de Thyssé- Kaymor-Sonkorong au Sénégal. In D.S.A., *Relations agriculture-élevage* : 188 - 197. CIRAD, Montpellier (France). Actes de séminaire, 10-13 septembre 1985, Montpellier.
- GUEYE, A., M. MBENGUE, A. DIOUF et M. SEYE - 1986 - Tiques et hémoparasitoses du bétail au Sénégal. I. La région des niayes. *Rev. élev. et méd. vét. pays trop.*, 39 (3-4) : 381 - 393
- GUPTA, P.C., R.D.C. SINGH, D.C. SANGWAN et K. PRADHAN - 1975 - Chemical composition and in-vitro nutrient digestibility of some of the tree leaves. *Indian Forester*, 101 (11) : 674-680
- GUTTIEREZ, J.R. et E.R. FUENTES - 1979 - Evidence for intra-specific competition in the *Acacia Caven* (Leguminosae) savanna of Chile. *Oecol. Plant.*, 14 (2) : 151 - 158
- GUZMAN, M.R. et ALLO, A.V. - 1975 - *Pasture Production under coconut palms*. Taipei, ASPAC/F.F.T.C.
- HABIT, M.A. (éd.) - 1988 - *The current state of knowledge on Prosopis Tamarugo*. Rome, F.A.O., v + 554p.
- HABIT, M.A. et J.C. SAAVEDRA (éd.) - 1988 - *The current state of knowledge on Prosopis juliflora*. Rome, F.A.O., v + 554p.
- HADLEY, M. et J.P. LANLY - 1983 - Ecosystèmes des forêts tropicales. *Nature et ressources*, 19 (1) : 2 - 19
- HAENSCH, G. et G. HABERKAMP DE ANTON - 1975 - *Dictionary of agriculture*. Amsterdam (NL), Elsevier, 1000p.
- HALLAIRE, A. - 1976 - Problèmes de développement au nord des Monts Mandara. *Cahiers ORSTOM, Sér. Sc. Humaines*, 13 (1) : 3 - 22
- HALLE, F. et R.A.A. OLDEMANN - 1970 - *Essai sur l'architecture et la dynamique de croissance des arbres tropicaux*. Paris, Masson, Monogr. de bot. et biol. végétale 6, 178 p.
- HALLE, F., R.A.A. OLDEMANN et P.B. TOMLINSON - 1978 - *Tropical trees and forests. An architectural analysis*. Berlin, Springer - Verlag, 447 p., III fig.
- HALLIM, M.K.I. - 1989 - 1988 honey industry in Trinidad and Tobago. In IBRA, *Proc. 4th int. Conf. Apic. trop. climates*, Cairo, 1988 : 509 - 510
- HAMILTON, L.S. - 1987 - What are the impacts of Himalayan deforestation on the Ganges-Brahmaputra lowlands and delta? Assumptions and facts. *Mountain Research and Development*, 7(3) : 256 - 263
- HAMILTON, L.S. - 1988 - Semantics, definitions and deforestation. *I.U.C.N. Special report, Bulletin* 18 (4-6) : 8
- HAMON, R. - 1971 - *Quelques résultats obtenus en matière d'intégration élevage-agriculture par le C.N.R.A. de Bambey*. Comm. au Séminaire sur le machinisme agricole, Bambey, Sénégal, 25-29 janv. 1971
- HANES, T.L. - 1971 - Succession after fire in the chaparral of southern California. *Ecol. Monogr.*, 41 : 27 - 52
- HAROLD, J. et G. LEBON - 1959 - Land use survey - Sudan : some problems of classification and mapping. Tiré de *Regional Studies* : 139-149. Univ. of London, School of oriental and African studies
- HARRISON, M.N. et J.K. JACKSON - 1958 - *Ecological classification of the vegetation of Sudan*. Khartoum. Forests Bull. n°2, and *Vegetation map of the Sudan*. Khartoum, Sudan Survey Dept. Topo n°S. 625 - 640
- HARTLEY, G.W.S. - 1977(2e éd.) - *The oil palm*. London, Longmans, 806p.
- HATTON, J.C. et N.O.E. SMART - 1984 - The effect of long-term exclusion of large herbivores on soil nutrient status in Murchinson Falls National Park, Uganda. *African J. of Ecology*, 22 : 23 - 30
- HAUDRICOURT, A.-G. et M. JEAN BRUNHES-DELAMARE - 1955 - *L'homme et la charrue à travers le monde*. Paris, La Manufacture, coll. Géographie humaine n° 25, 410p.

- HAUDRICOURT, A.-G. et L. HEDIN - 1987 (nouv. éd.) - *L'Homme et les plantes cultivées*. Paris, A.M. Métailié, 281p. (ré-éd. du n°19 de Géographie humaine, chez La Manufacture, 1943)
- HAVARD-DUCLOS, B. - 1967 - *Les plantes fourragères tropicales*. Paris, Maisonneuve et Larose, 397p.
- HEDGE, N.G. - 1990 - Ruminants are not affected by mimosine toxicity. Puna (India), Bharatiya Agro Industries Foundation, *The BAIJ Journal*, 10 (3) : 8 - 11
- HELLDEN, U. - 1988 - Desertification monitoring : is the desert encroaching ? *Desertification Control Bull.*, 17 : 8 - 12
- HENDERSON, I.F. - 1979 (9ème éd.) - *Henderson's Dictionary of Biological Terms*. London, Longman, 510p.
- HENRICI, M. - 1934 - Carrying capacity and tests of palatability of karo bush. *Farming S. Africa*, 9 : 53 - 55
- HEPPER, F.N. et J.R.I. WOOD - 1979 - Were there forests in the Yemen ? In London Inst. of Archaeology, *Proc. of the Sem. for Arabian studies*, 9 : 65 - 69
- HETIER, J.-P. - 1988 - Eléments pour la constitution d'une chaîne de pâturage sur le territoire d'une exploitation d'élevage. Approche des fonctions pastorales des différentes parcelles. Cas d'une exploitation de chèvres laitières dans le massif de la Séranne. In HETIER, J.P. et al. (éd.), *Diversification des systèmes d'élevage et gestion forestière en zone de garrigue et de montagne méditerranéenne sèche* : 36 - 51 + 1 carte h.t. Montpellier (France), Min. de l'Environnement et Conseil régional Languedoc-Roussillon.
- HETIER, J.P., M. LAGET, G. LONG et J. ORLIAC - 1985 - *Développement rural intégré de la Serra d'Algarve (Portugal). Trois années de coopération et d'échanges techniques*. Montpellier (France), I.A.R.E., 98p.
- HETIER, J.P. et al. - 1989 a - *Diversification des systèmes d'élevage et gestion forestière en zone de garrigue et de montagne méditerranéenne sèche*. Montpellier, Min. de l'Environnement et Conseil régional Languedoc-Roussillon, 100p.
- HETIER, J.P. et Ch. LILIN - 1989 b - Elevage et espaces boisés méditerranéens. *Forêt méditerranéenne*, 11(3) : 187 - 202
- HEYMANS, J.C. et J.J.C. CODJIA - 1988 - L'élevage des rongeurs : une possibilité pour résoudre le problème alimentaire en Afrique. *RISED*, 7 : 9 - 12
- HIERNAUX, P. - 1982 - *Méthode d'évaluation du potentiel fourrager de parcours sahéliens*. Wageningen (Pays Bas), CABO, Miscellaneous Paper n°430
- HIERNAUX, P. - 1983 a - Les végétations et les ressources fourragères dans les systèmes pastoraux. In ILCA, *Pastoral systems research in Sub-Saharan Africa* : 113 - 128. ILCA, Addis-Ababa (Ethiopia).
- HIERNAUX, P. - 1983 b - *Distribution des pluies et production herbacée au Sahel : une méthode empirique pour caractériser la distribution de précipitations journalières et ses effets sur la production herbacée*. Bamako, CIPEA, Doc. Prog. 98
- HIERNAUX, P. et L. DIARRA - 1985 - Savanna burning, a controversial technique for rangeland management in the Niger flood plains of Central Mali. In TOTHILL, J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 238 - 243. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- HIGOUNET, Ch. - 1980 - Les grandes haies forestières de l'Europe médiévale. *Revue du Nord*, 62 (244) : 213 - 217
- HIRSCH, R. et J.F. BENHAMOU - 1989 - *Etude comparative technique et économique de production de l'huile de palme en Afrique et en Asie*. Paris, Caisse centrale de coopération économique.
- HIORT OF ORNÅS, A. - 1990 - The cow and the crown. What African states can learn from European and Scandinavian mismanagement. Uppsala, *Nomadic People*, 25 - 27 : 19 - 33, biblio. 33 nos.
- HOCKING, B. - 1964 - Fire melanism in some African grasshoppers. *Evolution*, 18 : 332 - 335
- HODGKINSON, K.C. - 1979 - The shrubs of poplar box (*Eucalyptus populnea*) lands and their biology. *Austral. Rangeland J.*, 4 : 280 - 293
- HOEKSTRA, D.A. - 1985 - Choosing the discount rate for analysis agroforestry systems/technologies from a private economic viewpoint. *Forest Ecology and Management*, 10 : 177 - 183
- HOLT, J.A., R.J. COVENTRY et D.F. SINCLAIR - 1980 - Some aspects of the biology and pedological significance of mound-building termites in a red and yellow earth landscape near Charters Towers, North Queensland. *Austral. J. of Soil Res.*, 18 : 97 - 109
- HOPKINS, B. - 1962 - Vegetation of the Olokemeji Forest Reserve, Nigeria. I. General features of the Reserve and the research sites. *J. of Ecol.*, 50 : 559 - 598
- HOPKINS, B. - 1962 - Vegetation of the Olokemeji Forest Reserve, Nigeria. V. The vegetation of the savanna site with special reference to its seasonal changes. *J. of Ecol.*, 56 : 97 - 115
- HOSKINS, M. - 1982 - *Agroforestry extension : communications for action*. Comm. at the E. Afr. For. Workshop, Mombasa (Kenya), May 1982, 14 p.
- HUANG, Baolong et Wengng HUANG - 1986 - *A study on integrated silvi-agroculture management*. Nanjing (China), Forestry Univ., Dept of Forestry, 10p.
- HUBBARD, M.E.V. - 1982 - Comparison of cattle herd performance in Botswana and their consequences for cattle production investment planning : additional observations from the 1979 and 1980 agricultural statistics. In HITCHCOCK, R. (ed.), *Proc. of the Symp. on Botswana's First Development Livestock Project and its future implications*. 62 - 74
- HUBERT, D. - 1989 - *Recherches sur la gestion écologique des ressources sylvo-pastorales du système pluristratifié à Quercus pubescens et herbacées du Causse Méjean*. Montpellier (France), C.N.R.S./Centre Louis Emberger.
- HUMPHREYS, L.R. - 1977 - Potential of the humid and subhumid rangelands for ruminants animal production. In WINROCK INTERNATIONAL, *Potential of the world's forages for ruminant animal production* : 29 - 48. Morrilton (USA) pour Winrock International.

BIBLIOGRAPHIE

- HUNTLEY, B.J. et B.H. WALKER (ed.) - 1979 - *Proceedings of the workshop on dynamic changes in savannas, Kruger National Park, South Africa.*
- HURSH, C.R. - 1948 - Local climate in the Copper Basin of Tennessee as modified by the removal of vegetation. Washington, D.C., U.S.D.A. Circ, 774, 38 p.
- HUXLEY, P.A. (éd.) - 1983 a - *Plant research and agroforestry.* Nairobi, ICRAF, xv + 617p. + 15 photo. Proc. of a consultative Meeting held in Nairobi, 8 to 15 April 1981
- HUXLEY, P.A. - 1983 b - Comments on agroforestry classifications : with special reference to plant aspects. In HUXLEY, P.A. (ed.), *Plant research and agroforestry* : 161 - 171. ICRAF, Nairobi (Kenya). Proceedings of a meeting, 8-15 April 1981, Nairobi.
- HUXLEY, P., J. BURLEY, P.J. WOOD, P.J. ROBINSON - (1986) - *Glossary of Terms used in Agroforestry.* Nairobi, ICRAF, in HUXLEY, P. (ed.), *Methodology for the exploration and assessment of multipurpose trees*, Section 6, Part 6C, 55p.
- HYDER, D.N. (ed.) - 1978 - *Proceedings of the first International Rangeland Congress. Denver (Colorado).* Denver (Colorado), Soc. for Range Managt., 742p.
- IBNATTYA, Abdelhaï Andaloussi - 1984 - *Effects of cork oak (Quercus Suber L.) canopy cover on seasonal herbage production, forage cover, and nutritive quality in the Mammora National Forest of Morocco.* Salem, Oregon (U.S.A.), Oregon State Univ., thesis Ph. D., 201p.
- I.B.P.G.R. - 1990 - *Annual Report 1989.* Rome, Intern. Board for Plant Genetic Resources, 65p.
- ICRAF - 1990 - *International Council for Research in Agroforestry Annual Report 1989.* Nairobi, International Council for Research in Agroforestry, 100p.
- ICRAF - 1992 - *Annual Report 1991,* Nairobi, ICRAF, 147p.
- ICRAF - 1995 - *Annual Report 1994,* Nairobi, ICRAF, 239p.
- ICRISAT (éd.) - 1989 - *International Workshop on Soil, Crop and Water Management Systems in the Sudano-Sahelian Zone, Niamey (Niger), 11-16 Jan. 1987.* Patancheru (Andar Pradesh, India), plus de 200p.
- IGBOANUGO, A.B.I. - 1988 - Preliminary studies on phytotoxic growth and yield inhibitions of *Capsicum annuum* by *Eucalyptus citriodora*. *Biol. Agric. and Hort.*, 5 : 339 - 345
- ILCA (ed.) - 1983 - *Pastoral system research in Sub-Saharan Africa.* Addis-Abeba, ILCA, 480p. Proceedings of the I.D.R.C./ILCA workshop held at ILCA, Addis-abeba, Ethiopie, 21 to 24 March 1983, 480p.
- INRA - 1984 - *L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles.* Paris, Inst. nat. de la rech. agron., 282p.
- INRA - 1990 - *La symbiose mycorhizienne.* Paris, Inst. nat. de la rech. agronomique, l'ascicule, 12 p.
- IONESCO, T. et Ch. SAUVAGE - 1962 - Les types de végétation du Maroc : essai de nomenclature et de définition. *Rev. géogr. Maroc*, 1 et 2 : 75 - 86
- ISAAC, W.F. et F.M. ISAAC - 1968 - Marine botany of the Kenya coast : Angiospermes. *J. of the E. Afr. Nat. Hist. Soc.*, 27 (1) : 116
- ISSAR, A.S. et Z. GOLANY - 1990 - *The development of perennial water resources for the settling of the pastoral population and the introduction of irrigated agriculture, in the arid and semi-arid lands (ASAL) of Kenya.* Sole Bokor (Israel), Ben Gurion Univ., Water resources Centre, report to the Min. of reclam. and devt. of ASAL and wastelands, Govt. of Kenya.
- IVENS, G.W. - 1980 - *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. in West African agriculture. In BIOTROP, *Proc. of BIOTROP Workshop on ulang-ulang* : 149 - 156
- JACKSON, J.K. et M.K. SHAWKI - 1950 - Shifting cultivation in the Sudan. *Sudan Notes and Records*. 31 (2) : 210 - 222
- JACOBY, P.W. - 1985 - Restoring mesquite savanna in western Texas, U.S.A., through brush and cacti management. In TOTHILL, J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 223 - 228. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- JAMA, Bashir - 1988 - *A study of alley cropping maize and greengram with Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit at Mtwapa, Coast Province, Kenya.* Nairobi, Univ., Fac. of Agric., Thesis M. Sc. (Agro.), xiv + 121p.
- JAMBULINGHAM, R. et E.C.M. FERNANDES - 1986 - *Multipurpose trees and shrubs on farmlands in Tamil Nadu State (India).* Nairobi, ICRAF, Rapport de mission
- JANKOWITZ, W.J. - 1982 - Die voedselvoorkure van die eiland op die Waterberg Platopark Suidwest Afrika. In BREDEKAMP, G.F. (ed.), *Interscience '82. Science Faculties in Action* : 56 - 67. Pieterburg (South Africa) : Univ. of the North
- JANZEN, D.H. - 1970 - Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *Am. Nat.*, 104 : 501-528
- JARRIGE, R. (éd.) - 1978 - *Alimentation des ruminants.* Paris, Inst. nat. de la rech. agron., 597p.
- JARVIS, P.G. - 1964 - Interference by *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. *Oikos*, 15 : 56 - 78
- JAUBERT, R. - 1981 - *Analyse d'un système agraire traditionnel au Népal. Perspectives de développement.* Versailles (France), INRA - SAD / Dijon (France), E.N.S.S.A.A., Fac. des Sc. éco., 109p. + ann.
- JOFFRE, R. - 1982 - Réflexions sur le feu pastoral en Corse. *Fourrages*, 91 : 73 - 98
- JOFFRE, R. - 1987 - *Contraintes du milieu et réponses de la végétation herbacée dans les dehesas de la Sierra Norte (Andalousie, Espagne).* Montpellier (France). C.N.R.S./CEPE, 201p. + ann. + 8 photos
- JOFFRE, R. et J.B. CASANOVA - 1981 - Propositions de recherche en vue de l'amélioration de la production fourragère en Corse de l'intérieur. *Bull. Parc naturel régional Corse* : 2 - 16
- JOFFRE, R. et J.B. CASANOVA - 1983 - Le développement des ressources herbagères des parcours en Corse de l'intérieur. *Fourrages*, 93 : 51 - 84
- JOHN, D.M. - 1974 - Accumulation and decay of litter and net production of forest in tropical West Africa. *Oikos*, 24(3) : 430-435
- JOHNSON, K.G. - 1987 - Shading behaviour of sheep : preliminary studies of its relation to thermoregulation, feed and water intakes, and metabolic rates. *Austral. J. Agric. Res.*, 38 : 587 - 596

- JOHNSON, R.W. et J.C. TOTHILL - 1985 - Definition and broad geographic outline of savanna lands. In TOTHILL, J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 1 - 13. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- JOOMUN, Md Salim - 1990 - *Deer farming in Mauritius*. Nairobi, ICRAF, cours D.S.O., affiche
- JOSHI, N.P. - 1988 - Feed availability, requirements for animals and current patterns of utilization in Nepal. In DEVENDRA, C. (ed.), *Non-conventional feed resources and fibrous agricultural residues : strategies for expanded utilization* : 145 - 157. Ottawa, I.D.R.C., Proc. of a consult. held in Hisar, India, 21 - 29 March, 1988
- JOSHI, N.P. et S.B. SINGH - 1990 - Availability and use of shrubs and tree fodders in Nepal. In DEVENDRA, C. (ed.), *Shrubs and tree fodders for farm animals* : 211 - 220. IDRC, Ottawa (Canada). Proceedings of a workshop, 24-29 July 1989, Denpasar (Indonesia).
- JOSS, P.I., P.W. LYNCH et O.B. WILLIAMS (ed.) - 1986 - *Rangelands : a resource under siege*. Proceedings 2d Intern. Rangeland Congress. Australian Academy of Sciences, xv + 634p.
- JOTTRAND, M. et E. DUTILLEUX - 1959 - Le problème des termitières dans la région d'Elisabethville. *Bull. d'info. de l'INEAC*, 8 (2) : 111 - 129
- JUILLARD, E., A. MEYNIER, X. de PLANHOL et G. SAUTER - 1971 - *Structures agraires et paysages ruraux. Un quart de siècle de recherches françaises*. Nancy, Mémoire n°17 des Annales de l'Est.
- KADAMBI, K. - 1963 - Useful fodder trees and grasses for cultivation in Ghana. *Ghana Farmer*, 7 (2) : 75 - 80
- KADER, A. Ahmed - 1989 - Les "djivas", association de cultures sous cocotiers aux Comores : un atout à valoriser. In C.T.A./ Terres et vie, *Efficacité des arbres dans la production et les paysages agraires africains*. Compte rendu du séminaire organisé à Kigali du 11 au 16 juin 1988 : 143 - 150
- KAISER, P. - 1983 - The role of soil micro-organisms in savanna ecosystems. In BOURLIERE (ed.), *Tropical savannas* : 541 - 557
- KAMAU, P.N. - 1986 - Effects of available forage on goat dietary selection and nutrition. In HANSEN, R.M., B.M. WOIE et R.D. CHILD (ed.), *Range development and research in Kenya* : 103 - 108. Morrilton (USA) pour Winrock International. Proceedings of a conference, 1-5 April 1986, Njoro (Kenya).
- KAPU, M. - 1975 - The natural forages of Northern Nigeria. I. Nitrogen and mineral composition of grasses and browse from the Northern Guinea savanna and standing hays from the different savanna zones. *Niger. J. Anim. Prod.*, 2 (2) : 235 - 246
- KARSCHON, R. - 1961 - *Acacia albida* (Del.) in Israel and the Near East. *La-Yaaran*, 11 (1) : 4 - 7
- KEIKIN, D. - 1976 - (Camel breeding can be economical). *Konevodstvo i Konnyi Sport*, 2 : 12 - 13. Résumé en anglais du russe in *Animal Breeding abstracts*, 44 (11) : n°5369
- KELLMAN, M. - 1976 - Broadleaved species interference with *Pinus Caribaea* in a managed pine savanna. *Commonw. For. Rev.*, 55 : 229 - 245
- KELLMAN, M. - 1979 - Soil enrichment by Neotropical savanna trees. *J. Ecol.*, 67 : 565 - 577
- KELLY, R.D. et B.H. WALKER - 1976 - The effects of different forms of land use on the ecology of a semi-arid region in south-eastern Rhodesia. *J. Ecol.*, 64 : 553-576
- KENNARD, D.G. et B.H. WALKER - 1973 - Relationships between tree canopy cover and *Panicum maximum* in the vicinity of Fort Victoria. *Rhod. J. agric. Res.*, 11 : 145 - 153
- KERKHOF, P. - 1990 - *Agroforestry in Africa. A survey of project experience*. London, Panos, (viii) + 216p.
- KERR, J.A., V.J. WILSON. et H.H. ROTH - 1970 - Studies on agricultural utilization of semi-domesticated eland (*Taurotragus oryx*) in Rhodesia. *Rhod. J. Agri. Res.*, 8 : 71 - 76
- KHANDALE, D.Y. - 1990 - *Agroforestry, an appropriate technology for land-use system in arid and semi-arid region of India*. Nairobi, ICRAF/ D.S.O. cours d'agroforesterie sur la recherche pour le développement, 7-15 mai 1990, affiche
- KING, K.F.S. - 1968 - *Agri-Silviculture*. Ibadan (Nigeria), Univ., Dpt of forestry, Bull. 1, 109p.
- KING, K.F.S. et M.T. CHANDLER - 1978 - *The wasted land*. Nairobi, ICRAF, 36p.
- KIPKORE, K.W. - 1990 - *Agrosilvopastoral project in Kerio valley, Kenya*. Nairobi, ICRAF, D.S.O. course, 7 - 15 Mai 1990, affiche
- KIRICHENKO, N.G. - 1980 - *Pastures of Kazakhstan (lowly deserts)*. Alma-Ata, Science, 274p.
- KLEIN, H.D. - 1981 - Contribution à l'estimation de la production sur pâturage sahélien au Niger. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 34 : 211 - 220
- KLUTHCOVSKY, J. - 1980 - *Leucaena : alternativa para pequena e média agricultura*. Brazil, EMBRAPA - C.N.P.A.F., Circular técnica n°6, 12p.
- KNIERIM, P.G., K.L. CARVELL et J.D. GILL - 1971 - Browse in thinned oak and cove hardwood stands. *J. Wild. Managt.*, 35 : 163 - 168
- KNOOP, W.T. et B.H. WALKER - 1984 - Interactions of woody and herbaceous vegetation in a Southern Africa savanna. *J. of Ecol.*, 73 : 235 - 253
- KNOWLES, R.L. et T.R. CUTLER - 1981 - The integration of forestry and pasture in New Zealand. *Proc. 3d New Zealand Forestry Conf., Wellington, 9-11 March 1981, 15p.*
- KOZŁOWSKI, T.T. - 1964 - Shoot growth in woody plants. *Bot. Rev.*, 30 : 335 - 392
- KRUGLOV, L. et V. LAPIN - 1990 - The Aral Seas' vengeance. *Panoscope*, 18 : 8
- KRUL, J.M., F.W.T. PENNING DE VRIES et K. TRAORE - 1982 - Les processus du bilan d'azote. In PENNING DE VRIES, F.W.T. et M.A. DJITEYE (éds), *La productivité des pâturages sahéliens. une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle* : 226 - 246. PUDDOC, Wageningen (Pays-Bas).
- KUHNHOLTZ-LORDAT, G. - 1938 - *La terre incendiée. Essai d'agronomie comparée*. Nîmes (France), La Maison Carrée, 361p.
- KUHNHOLTZ-LORDAT, G. - 1958 - *L'écran vert*. Paris, Mém. Muséum nat. Hist. nat., n°9, 276p.

BIBLIOGRAPHIE

- KUNHIKRISHNAN, K. - 1972 - Filling in around the coconut palm. *World Farming*, 14 (10) : 12
- KYLE, Russell - 1990 - An antelope for all seasonings. *New Scientist*, 1711 : 54 - 57
- LABELLE, R. - 1983 - *A preliminary agroforestry word list with definitions*. Nairobi, ICRAF, Working Paper 8, 20p.
- LACHAUSSEE, E. - 1947 - La régénération de l'épicéa en haute montagne. *Revue des Eaux et Forêts* : 281 - 302
- LAGEMANN, J. et J. HEUVELDOP - 1983 - Characterization and evaluation of agroforestry systems : the case of Acosta - Puriscal, Costa Rica. *Agroforestry Systems*, 1 : 101 - 115
- LAMBOURNE, C.J., M.S. DICKO, P. SEMENYE et M. BUTTERWORTH - 1983 - Animal nutrition. In ILCA, *Pastoral systems research in Sub-Saharan Africa* : 183-208. ILCA, Addis-Ababa (Ethiopia).
- LAMONT, B.B. - 1978 - Biophysical constraints to the rehabilitation of mine wastes. In FOX, J.E.D. (ed.), *Rehabilitation of mined lands in Western Australia*. Proceedings of a meeting, Perth, 11th Oct. 1978, Perth, Western Austral. Inst. of Technology.
- LAMOTTE, M. - 1981 - Structure et fonctionnement des écosystèmes de savane de Lamto (Côte d'Ivoire). In UNESCO/PNUF/F.A.O., *Ecosystèmes pâturés tropicaux* : 529 - 580. UNESCO, Paris (France).
- LAMOTTE, M. (sous la direction de) - 1985 - *Fondements rationnels de l'aménagement du territoire*. Paris, Masson. Ecologie appliquée et sciences de l'environnement n°6, 175 p.
- LAMOTTE, M. et M. HADLEY - 1984 - Biosphere reserves in savanna regions : building the research-conservation connection. In UNESCO/UNEP (ed.), *Conservation, science and society* : 44 - 58
- LAMPREY, Hugh F. - 1963 - Ecological separation of the large mammal species in Tarangire Game Reserve, Tanganyika. *E. Afr. Wildlife J.*, 1 : 63 - 92
- LAMPREY, Hugh F. - 1975 - *Report on the desert encroachment reconnaissance in Northern Sudan : 21 October to 10 November 1975*. Nairobi, UNEP/UNESCO, 16p.
- LAMPREY, Hugh F. - 1983 - Pastoralism yesterday and today : the over-grazing problem. In BOURLIÈRE, F. (ed.), *Tropical savannas* : 643 - 666. Elsevier, Amsterdam (Netherlands).
- LANE, Ch. et J. SWIFT - 1989 - *Le pastoralisme en Afrique orientale : à terrains communs, problèmes communs*. Londres, I.I.E.D., Programme des zones arides, Doc. 8, 16p.
- LANOISELEE, B. - 1984 - *Fertilisation organique en aquaculture (sic) : utilisation du lisier de porc pour l'alevinage des poissons d'étang*. Paris/Grignon, I.N.A., Thèse doct. ing., 252p.
- LAURIE, M.V. - 1945 - *Fodder trees in India*. Dehradun (India), Forest Res. Inst., Indian Forest Leaflet n°82 (sylviculture), 17p.
- LAVELLE, P. - 1978 - *Les vers de terre de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). Peuplements, populations et fonctions dans l'écosystème*. Paris, Ec. Normale Sup., Lab. de Zool., 301p.
- LAVELLE, P. - 1983 - The soil fauna of tropical savannas. II. The earthworms. In BOURLIÈRE, F. (ed.), *Tropical savannas* : 485 - 504. Elsevier, Amsterdam (Netherlands).
- LAVELLE, P., J. KANYONO et P. RANGEL - 1983 a - Intestinal mucus production by two species of tropical earthworms : *Millsonia lamtoiana* (Megascolocidae) and *Pontoscolex corethrurus* (Glossoscolocidae). In LEBRUN, P. (ed.), *New trends in soil biology* : 405 - 410. Dieu-Brichart, Louvain-la-Neuve (Belgique). Proceedings of an international colloquium, 1982, Louvain-la-Neuve.
- LAVELLE, P., Z. ZAIDI et R. SCHAEFER - 1983 b - Interaction between earthworms, soil organic matter and microflora in an African savanna soil. In LEBRUN, P. (ed.), *New trends in soil biology* : 405 - 410. Dieu-Brichart, Louvain-la-Neuve (Belgique). Proceedings of an international colloquium, 1982, Louvain-la-Neuve.
- LAVRENKO, E. - 1954 - (Les steppes de la région steppique eurasiennne; géographique, dynamisme, histoire, essai de botanique). Moscou, Ac. Sc. U.R.S.S. : 174 - 191 (en russe)
- LAWRIE, J. et A. GUNNESS - 1985 - Improved pastures on mined land at Weipa. In TOTHILL, J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 332 - 335. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- LAZARD - 1986 - La pisciculture : une composante des systèmes de production agricole. *Cahiers Recherche / Développement*, 9 : Relations agriculture/élevage (2) : 27-34
- LEACH, G. - 1976 - *Energy and Food Production*. Guilford (U.K.), I.P.C., Science and Technology Press, 151p.
- LEACH, G. et R. MEARNS - 1988 - *Bio-energy issues and options for Africa*. London, I.I.E.D., A report to the Royal Norwegian Ministry of Development Cooperation, 224p.
- LEAKEY, R.E. et R. LEWIN - 1979 - *Les origines de l'Homme*. Paris, Arthaud, 264 p.
- LEATHERDALE, D. - 1982 - *AGROVOC, a multilingual thesaurus of agricultural terminology. English version*. Rome, F.A.O., 530 p.
- LEBAS, F., P. COUDERT, R. ROUVIER et H. de ROCHAMBEAU - 1984 - *Le lapin, élevage et pathologie*. Rome, F.A.O., Coll. Production et santé animale n°21, xxvii + 298 p.
- LEBON, J.H.G. - 1965 - *An introduction to human geography*. Londres, Hutchinson, 210p.
- LEBRET, P. - 1950 - *Dynamique concrète du développement*. Paris, les Editions ouvrières, Economie et humanisme, 560p.
- LEBRUN, J. - 1947 - *La végétation de la plaine alluviale au sud du Lac Edouard*. Bruxelles, Inst. des Parcs nat. Congo belge, 800p.
- LECOQ, H. et J. JUILLET - 1831 - *Dictionnaire raisonné des termes de botanique et des familles naturelles*, Paris, Baillière, 719 p.
- LE FLOC'H, E., M. GROUZIS, A. CORNET et J. BILLE (éd.) - 1992 - *L'aridité. Une contrainte au développement. Caractéristiques. Réponses biologiques. Stratégie des sociétés*. Paris, ORSTOM, Didactiques, 598p.
- LE HOUEROU, H.N. - 1969 - *Principes, méthodes et techniques d'amélioration pastorale et fourragère en Tunisie*. Rome, F.A.O., Pâturages et cult. fourrag., Etude n°2, 291p.
- LE HOUEROU, H.N. - 1973 - *Principes, méthodes et techniques d'amélioration pastorale et fourragère en Tunisie*. Rome, F.A.O., Pâturages et cultures fourragères, 2, 1, 230 p.

- LE HOUEROU, H.N. - 1979 - *Le rôle des arbres et arbustes dans les pâturages sahéliens*. Addis Abeba, CIPEA, Comm. au Groupe de travail sur le rôle des arbres au Sahel, 35p. dact.
- LE HOUEROU, H.N. (éd.) - 1980 a - *Les fourrages ligneux en Afrique. Etat actuel des connaissances*. Addis Abeba, CIPEA, 491p.
- LE HOUEROU, H.N. - 1980 b - Techniques agroforestières pour la conservation et l'amélioration de la fertilité des sols dans les zones arides et semi-arides. In LE HOUEROU, H.N. (éd.), *Les fourrages ligneux en Afrique. Etat actuel des connaissances* : 421 - 424. Addis Abeba, CIPEA, 491p.
- LE HOUEROU, H.N. - 1989 - An assessment of the economic feasibility of fodder shrubs plantation (with particular reference to Africa). In McKELL, C.M. (ed.), *The biology and utilisation of shrubs* : 603 - 630
- LE HOUEROU, H.N., D. DUMANCIC, M. ESKILEH, D. SCHWEISGUTH et T. TELAHIGUE - 1982 - *Anatomy and physiology of a browsing trial : a methodological approach to fodder shrub evaluation (based on an experiment carried out at the Wishata Range Development Scheme)*. Tripoli, Project F.A.O./U.T.F.N./LIB/0128, Technical Note 3, 65p.
- LE HOUEROU, H.N. et C.H. HOSTE - 1977 - Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean Basin and in the African Sahelo-Sudanian zone. *J.R.M.*, 30 : 183 - 189
- LEININGER, W.C. et S.H. SHARROW - 1987 - Seasonal diets of herded sheep grazing Douglas - fir plantations. *J.R.M.*, 40 (6) : 551 - 555
- LEMEE, G. - 1967 - *Précis de biogéographie*. Paris, Masson, 538 p.
- LEONARD, A.G. - 1984 - *The camel. Its uses and management*. London, Longmans Green, 335p.
- LEPAGE, M. - 1974 - *Les termites d'une savane sahélienne (Ferto septentrional, Sénégal) : peuplements, populations, consommation, rôle dans l'écosystème*. Dijon (France), Univ., Thèse, 344p.
- LEPLAIDEUR, M.-A. - 1991 - *Le mini-élevage dans les pays tropicaux*. Ede/Wageningen (Pays Bas), C.T.A., 34p.
- LE TACON, F., J. GARBAYE et A. BA - 1989 - L'importance des symbioses racinaires pour les arbres forestiers en zone tropicale sèche et en zone tropicale humide. In I.F.S./ICRAF/IUFRO, *C.R. du Séminaire sur "Les arbres et le développement"*, Nairobi. 20 - 25 février 1989 : 302 - 318
- LEUTHOLD, B.M. et W. LEUTHOLD - 1972 - Food habits of giraffe in Tsavo National Park, Kenya. *E.A. Wildlife J.*, 10 : 129 - 141
- LEWIS, C.E., G.W. BURTON, W.G. MONSON et W.C. McCORMICK - 1983 - Integration of pines, pastures, and cattle in south Georgia, U.S.A.. *Agroforestry systems*, 1 : 277 - 297
- LEWIS, C.E., W.C. McCORMICK et W.E. WHITE - 1972 - Cultivation, grazing, insects and disease affect yield of slash pine planted in sod. USDA For. Ser., Southeast For. Exp. Str. Res. Note SE-174, 8p.
- LIEUTAGHI, P. - 1972 - *L'environnement végétal. Flore, végétation et civilisation*. Neuchâtel (Suisse), Delachaux et Niestlé, 317p.
- LIPMAN, Elinor - 1987 - *Etat de la recherche agroforestière au Rwanda*. Butare (Rwanda), ISAR/ICRAF. ix + 179p. + 1 carte dépliant
- LITTRÉ, P.-E. - 1962 (nlle éd.) - *Dictionnaire de la langue française*. Monte-Carlo, Ed. du Cap, 4 tomes, 6809p.
- LIYANAGE, M. DE S., K.G. TEJWANI et P.K.R. NAIR - 1984 - Intercropping under coconuts in Sri Lanka. *Agroforestry Systems*, 2 : 215 - 228
- LODHI, M.A.K. et K.T. KILLINGBECK - 1980 - Allelopathic inhibition of nitrification and nitrifying bacteria in a Ponderosa Pine (*Pinus ponderosa* Dougl.) community. *Am. J. Bot.*, 67 : 1423 - 1429
- LOISEAU, P., S.C. IGNACE et G. L'HOMME - 1987 - Extension et amélioration d'une estive sur lande à callune. *Fourrages*, 112 : 363 - 381
- LONG, G. - 1985 - Phyto-écologie et aménagement rural. In LA-MOTTE M. (éd.), *Fondements rationnels de l'aménagement du territoire* : 57 - 97. Masson, Paris (France). Ecologie appliquée et sciences de l'environnement n°6.
- LOVENSTEIN, H., Y. ZOHAR et J. ARONSON - 1989 - *Water-harvesting based agroforestry in the arid regions of Israel*. Nairobi, Comm. à l'atelier intern. sur les applic. de la météo. à la planification et à la gestion des syst. agrofor. Nairobi, 9-13 fév. 1987. Nairobi, ICRAF, *Meteorology and agroforestry* : 241-244
- LUIS GUILLEN, J. et N. ROBERTO HUEZO - 1989 - Evaluacion de la leucaena (*Leucaena leucocephala*) como sustituto proteico de la harina de semilla de algodón, en alimentacion de bovinos lecheros. Turrialba (Costa Rica), CATIE, *Agroforesteria*, 4 : 1 - 6
- LUNDGREN, B. et J. RAINTRIEE - 1983 - Sustained agroforestry. In ISNAR, *Agricultural research for development : Potentials and challenges in Asia*. The Hague : 37 - 49
- LYNCH, J.J. et J.K. MARSHALL - 1969 - Shelter : a factor increasing pasture and sheep production. *Austral. J. Sc.*, 32 (1) : 22 - 23
- MacARTHUR, R.H. et E.D. WILSON - 1967 - *The theory of island biogeography*. Princeton, Univ. Press, 203p.
- MacFAYDEN, A. - 1966 - Les méthodes d'étude de la productivité des invertébrés dans les écosystèmes terrestres. *La terre et la vie*, 4 : 361 - 392.
- MACK, S.D. - 1988 - *Livestock under tree plantation crops in Africa*. Addis Abeba, ILCA, doc. 631.151, 19p.
- MAGHEMBE, J.A., E.M. KARIUKI et R.D. HALLER - 1983 - Biomass and nutrient accumulation in young *Prosopis juliflora* at Mombasa, Kenya. *Agroforestry Systems*, 1(4) : 313 - 321
- MANIDOOOL, C. - 1983 - *Pastures under coconut in Thailand*. Misc. Paper in Sem. on Recent Advances in Pasture Res. and Devt in Asian Countries, Aug. 1983, Khonkaen Univ., Thailand.
- MARINERO MORENO, R.M. - 1962 - *Influencia del *Melinis minutiflora* (Beauv.) en el crecimiento de *Cordia alliodora* (R. et P.) Cham.* Turrialba (Costa Rica), I.I.C.A., Tesis Mag. Agr., 56p.
- MARTIN, E.A. (ed.) - 1983 - *McMillan Dictionary of Life Sciences*. London & Basingstoke, The McMillan Press Ltd., 396p.
- MARTIN, R. - 1974 - *Structure, biomass and utilization of vegetation in the Mopane and Miombo woodlands of the Sengwa Wildlife Research Area*. University of Rhodesia, Certificate in field ecology report

BIBLIOGRAPHIE

- MARTIN-ROSSET, W. et M. DOREAU - 1984 - Consommation d'aliments et d'eau par le cheval. In *Le cheval* : 334 - 354. INRA, Paris (France)
- MASSON, Ph. (coord.) - 1994 - *Influence des différents traitements sylvicoles de la suberaie sur la production et la qualité du liège et sur la protection de la forêt contre les incendies. Rapport de synthèse*. Perpignan (France), Université. Contrat MAZB CT91 0019 (DTEE), 86p.
- MASSON, Ph., A.Y. BERNIER et C. MATAL - 1994 (déc.) - *Entretien de la strate arbustive sous suberaie dans 4 exploitations d'élevage des Pyrénées orientales*. Perpignan (France), Université, Programme de recherche de la C.C.E., CAMMAR 8001-CT-90-002, 38p.
- MASSON, Ph. et J.P. GOBY - 1990 (déc.) - Contribution des troupeaux à la remise en valeur des suberaies, intérêt des semis de fourrages sous chênes-liège, essais dans les Pyrénées orientales. *Forêt méditerranéenne*, 12(4) : 538 - 541
- MAYDELL, H.J. von (éd.) - 1983 a - *Agroforstliche Landnutzung im Einzugsbereich zentraler Orte im Sahel : Fallbeispiel Nord Senegal*. Köln (Allemagne), Weltforum Verlag, Forschungsberichte des B.M.Z. Nr 47
- MAYDELL, H.J. von (éd.) - 1983 b - *Arbres et arbustes du Sahel. Leurs caractéristiques et leurs utilisations*. Eschborn (Allemagne), G.T.Z., Schriftenreihe 147, 531p.
- MBAH, D.A., T. SIPOWO et O. DAWA - 1986 - The relation between agronomy and animal husbandry in Cameroon. In D.S.A., Re.S.A., *Relations agriculture-élevage* : 298 - 302. CIRAD, Montpellier (France), Actes de séminaire, 10-13 septembre 1985, Montpellier.
- McARTHUR, Ed. et B.L. WELCH - 1982 - Growth rate difference among big Sagebrush (*Artemisia tridentata*) accessions and subspecies. *J.R.M.*, 35 : 396 - 401
- McCOWN, J.G., R.G. MURTHA et G.P. SMITH - 1976 - Assessment of available water storage capacity of soils with restricted subsoil permeability. *Water Resources Res.*, 12 : 1255 - 1259
- McDERMOTT, J. et M.D. NGOR - 1983 - *Grazing management strategies among the Tuic, Nyarraveng and Ghol Dinka of Kongor Rural Council : prospects for development*. Rome, F.A.O., Draft report for Kongor Integrated Rural Development Project.
- McDOWELL, R.E. - 1972 - *Improvement of livestock in warm climates*. San Francisco (U.S.A.), Freeman and Co., 711p.
- McKEAY, A.D. et P.E. FRANDSEN - 1969 - Chemical and floristic components of the dirt of zebra cattle (*Bos indicus*) in browse and grass range pastures in a semi-arid upland area of Kenya. I. Protein. *Trop. agr.* (Trinidad), 46 (4) : 279 - 292
- Mc KELL, C.M., J.P. BLAISDELL et J.R. GOODIN - 1972 - *Wildland shrubs : their biology and utilization. An international symposium*. Utah State Univ., Logan (Utah, USA) jul. 1971 - USDA For Serv., General Techn. Rep. INT-1, 494p.
- MENAUT, J.C. - 1971 - *Etude de quelques peuplements ligneux d'une savane guinéenne de Côte d'Ivoire*. Paris, Univ., thèse.
- MENAUT, J.C. - 1977 - Analyse quantitative des ligneux dans une savane arbustive préforestière de Côte d'Ivoire. *Geo-Eco-Trop.*, 1 : 77 - 94
- MENAUT, J.C. et J. CESAR - 1982 - The structure and dynamics of a West African savanna. In HUNTLEY, B.J. et B.H. WALKER (ed.), *Ecology of tropical savannas* : 80 - 100. Springer-Verlag, Berlin (Germany).
- MENAUT, J.C., R. BARBAULT, P. LAVELLE et M. LEFAGE - 1985 - African savannas : biological systems of humification and mineralization. In TOTHILL, J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 14 - 33. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- MENAUT, J.C. et P.A. WARNER (eds) - 1988 - Guidelines for research. In WALKER, B.H. et J.C. MENAUT (eds), *Research procedure and experimental design for savanna ecology and management* : 5 - 20 UNESCO/I.U.B.S./R.S.S.D., Paris (France)
- MENDOZA, R.C., T.P. ALTAMARINO et E.Q. JAVIER - 1976 - Herbage, crude protein and digestible dry matter yield of ipil-ipil (*Leucaena leucoxylon* cv. Peru) in hedge rows. *Philippine J. Crops Sc.*, 1 (1) : 149 - 153
- MERGEN, F. - 1988 - Using multipurpose trees and shrubs to reclaim arid lands. In WHITEHEAD, E.E., C.F. HUTCHINSON, B.N. TIMMERMANN et R.G. VARADY (ed.), *Arid Lands Today and Tomorrow* : 857 - 854. Westview Press, Boulder (USA).
- MERRIAM Co., G. and C. - 1977 - *Webster's new collegiate dictionary*. (US) Merriam Co., G. and C., 1536p.
- MERRYMAN - 1979 - Ecological stress and adaptive response : a study of drought induced nomad settlement in Northern Kenya. *Pan Africanist*, 8 : 6 - 16
- METRO, A. - 1975 - *Dictionnaire forestier multilingue*. Paris, CILF/Assoc. franç. des Eaux et Forêts, xix + 433 p.
- MEULEN, U.T., et al. - 1979 - Production animal tropical : revision sobre el valor nutritivo y aspectos toxicos de la *Leucaena leucocephala*. Göttingen (Allemagne), *Universidad* : 112 - 126
- MIEHE, S. - 1986 - *Acacia albida* and other multipurpose trees on the Fur farmlands in the Jebel Marra highlands, western Darfur, Sudan. *Agroforestry Systems*, 4 : 89 - 119
- MIGONGO, W.E. - 1984 - *The tropic relations and habitat adaptability of livestock in the central part of Rendile land in Kenya*. Fort-Collins (U.S.A.), Colorado State Univ., PhD, 122p.
- MIGONGO-BAKE, W.E., R.D. CHILD et D.L. WHITTINGTON - 1986 - Digestive capabilities of sheep, goats, cattle and camels. In HANSEN, R.M., B.M. WOIE et R.D. CHILD (ed.) *Range development and research in Kenya* : 175 - 180. Morrilton (USA) pour Winrock International. Proceedings of a conference, 1-5 April 1986, Njoro (Kenya).
- MILLEVILLE, P. - 1982 (Rééd.) - *Etude d'un système de production agro-pastoral sahélien de Haute Volta. 1ère partie : le système de culture*. ORSTOM, A.C.C. Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Haute Volta), 66p.
- MILLIGAN, K. - 1982 - *Dry and wet season aerial surveys of the numbers and distribution of the pastoral and livestock populations and ecological conditions in a pilot intervention area near Tchín Taharaden, Niger*. Kaduna (Nigeria), ILCA, Aerial Survey Unit, 56p.

- MINISTRY OF AGRICULTURE - 1975 - *Agricultural Statistics*. Khartoum, Ministry of Agriculture, Dept. of Statistics, Yearly publication.
- MINISTRY OF AGRICULTURE & FISHERIES (ed.) - 1970 - *Elsevier's Dictionary of Horticulture*. Amsterdam, Elsevier, xvi + 561p.
- MINISTERE DE LA COOPERATION - 1974 (nouv. éd) - *Memento de l'agronome*. Paris, Ministère de la Coopération, Coll. Techniques rurales en Afrique, 1591p.
- MOLL, H.A.J. - 1987 - *The economics of oil palm*. Wageningen (Pays Bas), PUDOC, Economics of crops in developing countries n°2
- MONJAUCZE, A. et H.N. LE HOUEROU - 1965 - Le rôle des *Opuntia* dans l'économie agricole nord-africaine. *Bull. Ec. nat. sup. agron. Tunis*, 8 - 9 : 85 - 164
- MONOD, Th. - 1957 - *Les grandes divisions chorologiques de l'Afrique*. Paris, C.S.A./C.C.T.A., publ. n° 24, 147p.
- MONTSMA, G. - 1988 - Zooforestry. In WIERSUM, K.F. (ed.), *Viewpoints on agroforestry* : 91 - 99. Wageningen Agricultural University (Netherlands).
- MOORE, P.D. - 1975 - Conservation of nitrogen in climax ecosystems. London, *Nature*, 254 : 184
- MORA URPI, J., et al. - 1984 - *The Pejibaye palm* (*Bactris gasipaes H.B.K.*). San José (Costa Rica), F.A.O., 16p.
- MORENO, A.H. - 1987 - Agroforestry systems with *Ghricidia Sepium*. In BEER et al. (ed.), *Advances in agroforestry research* : 189 - 196
- MORTON, J. - 1988 - *The decline of Lathwein pastoralism (Kassala Province, eastern Sudan)*. London, O.D.I., Pastoral Development Network, Paper 25c, 16p.
- MOTT, J.J., J. WILLIAMS, M.H. ANDREWS et A.N. GILJISON - 1985 - Australian savanna ecosystems. In TOTHILL, J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 56 - 82. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- MOULIS, D. et J.-P. HETIER - 1988 - Utilisation sylvo-pastorale d'un taillis de chêne vert. In INRA/C.N.R.S./I.A.R.E., *Diversification des systèmes d'élevage ...* : 24 - 35
- MUKHAMMEDOV, G. - 1974 - Increasing the productivity of grasslands by undersowing browse species. *Problemy Osvoeniya Pustyn'*, 4 : 85 - 88
- MUKHEBI, A.W., J.F.M. ONIM et L. OYUGI - 1986 - Economics of intercropping maize with forage crops in small-scale farming systems in Western Kenya. In : *Animal feed resources for small-scale livestock resources*. Proc. 2nd PANESA Workshop, Nairobi, 11 - 15 Nov. 1985 : 220 - 230
- MULZAC, H.C. - 1979 - Beekeeping in Belize. In I.B.R.A., *Bee-keeping in rural development* : 155 - 164
- MURILLO, M.G., et al. - 1983 - Estudio preliminar sobre factores inhibidores de enzimas proteolíticas presentes en la harina de Pejibaye. *Rev. Biol. Trop.*, 31 (2) : 227 - 231
- MURLIDHAR, Nalini et Tinku DHAR - 1990 - *BAIF Development Research Foundation. Annual report 1988-89*. Puna (India), Bharatiya Agro Industries Found., (iv) + 96p.
- MUSTAFA, A.R.F.M. - 1986 - *The performance of Prosopis chilensis (Molina) Stuntz seedlings of various ages and sizes grown in the field under various soil working methods*. Khartoum, I.D.R.C. Project on *Prosopis*. Pamphlet n°5
- MWANGI, R.W. - 1985 - Reasons for the low occupancy of hives in Kenya. In IBRA, *Proc. 3d int. Conf. apiculture in tropical climates* : 61 - 63
- NAIR, P.K.R. - 1980 - *Agroforestry species, a crop sheet manual*. Nairobi, ICRAF, 336p.
- NAIR, P.K.R. - 1985 - *Classification of agroforestry systems*. Nairobi, ICRAF, Working paper 28, (ii) + 52p.
- NAIR, P.K.R., E.C.M. FERNANDES et P.N. WANBUGU - 1984 - Multipurpose leguminous trees and shrubs for agroforestry. *Agroforestry Systems*, 2 : 145 - 163
- N.A.S. - 1977 - *Leucaena, a promising forage and tree crop for the tropics*. Washington (D.C.), National Academy of Sciences, 115p.
- N.A.S. - 1980 et 1981 - *Firewood crops. Shrub and the species for energy production*. Washington (D.C.), National Academy of Sciences, xii + 237 p. et vii + 92 p.
- N.A.S. - 1983 - *Little-known Asian animals with a promising economic future*. Washington, National Academy of Sciences, xiv + 131p.
- NASTIS, A.S. et J.C. MALECHEK - 1981 - Digestion and utilization of nutrients in oak browse by goats. *J. anim. sci.*, 53 (2) : 283 - 289
- NATION UNIES - 1982 - *Lexique général*. New York, xi + 797p.
- NAVEH, Z. - 1975 - The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. *Vegetatio*, 29 : 199 - 208
- NDEGWA, Philip - 1986 - *The African challenge. In search of appropriate development strategies*. Nairobi, Heinemann Kenya, x + 182p.
- NETTO, M.S., J.C. ESCUDER, M.A.L. RODRIGUEZ et A.R. MEDINA - 1976 - Estudos em pastagens nativas em áreas de cerrado, usando novilhos com fistula esofagia. II. Disponibilidade e seletividade botânica. *Anais da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, XII Reunioes : 254 - 256
- NEWBOLD, D. - 1924 - A desert odyssey of a thousand miles. *Sudan Notes and Records*, 7 : 43
- NGAIZA, Anthony - 1987 - *Mtera Dam. A report on the Great Ruaha Hydropower Project, Tanzania*. Londres, The Panos Institute. Nordic Conf. on Envir and Devt
- NG'ETHE, J.C. et T.W. BOS - 1976 - Botanical composition of eland and goat diets on an acacia-grassland community in Kenya. *J.R.M.*, 29 (4) : 290 - 293
- NGUYEN Ngoc Binh - 1987 - *The important role of agroforestry in land use in Vietnam*. Nairobi, ICRAF, communic. lors d'un cours, 14p. ronéo.
- NGUYEN Van Khanh - 1987 - *Land use planning in small areas for agroforestry systems establishment in Vietnam*. Nairobi, Comm. at an ICRAF course (14 - 29 May), 8p.

BIBLIOGRAPHIE

- NIAMIR, Maryam - 1990 - *Herders' decision-making in natural resources management in arid and semi-arid Africa*. Rome, F.A.O., Community forestry note 4, viii + 126p.
- NIGHTINGALE, J.M. - 1979 - Traditional beekeeping in Kenya. From "Traditional beekeeping among Kenya tribes, and methods proposed for improvement and modernization". Extracts. In I.B.R.A., *Beekeeping in rural development* : 25 - 30
- NILSEN, E.T., M.R. SHARIFI, R.A. VIRGINIA et P.W. RUNDEL - 1987 - Phenology of warm desert phreatophytes : seasonal growth and herbivory in *Prosopis glandulosa* var. *torreyana* (honey mesquite). *J. of Arid Environments*, 13 : 217 - 229
- NORCONSULT - 1990 - *Environmental study of Turkana District*. Lodwar (Kenya) et Nairobi, Norconsult, Draft final Report, vol. 2 of a report to Min. of Reclam. and devt of arid, semi-arid and waste lands of Kenya, viii + 149p.
- NORTON-GRIFFITHS, M. - 1979 - The influence of grazing, browsing and fire on the vegetation dynamics of the Serengeti, In SINCLAIR, A.R.E., et M. NORTON-GRIFFITHS (eds), *Serengeti. dynamics of an ecosystem* : 310 - 352. Chicago University Press (USA).
- NOVIKOFF, G. - 1986 - Intégration de l'élevage extensif des petits ruminants à l'agriculture dans le sud tunisien. In D.S.A., *Relations agriculture-élevage* : 198 - 204. CIRAD, Montpellier (France). Actes de séminaire, 10-13 septembre 1985, Montpellier.
- NOVIKOFF, G., M. SKOURI, F.H. WAGNER - 1975 - *Ecosystems analysis in the pre-Saharan zone of Southern Tunisia*. I.B.P. Desert Biome, Tunisian Pre-Saharan Project n°3, 179 p.
- NOY-MEIR, I. - 1982 - Stability of plantherbivore models and possible applications to savanna. In HUNTLEY, B.J. et B.H. WALKER (ed.), *Ecology of tropical savannas* : 591 - 609. Springer-Verlag, Berlin (Germany).
- NTENGA, G. - 1979 - Beekeeping development programmes in Tanzania. In I.B.R.A., *Beekeeping in rural development* : 63 - 74
- NURUDDIN, Ahmad Ainuddin et Zakaria ABDULLAH - 1990 - *Land use systems in oil palm plantation*. Univ. Pertanian Malaysia, Fac. of Forestry, Dept of Forest Management, 7p.
- NYE, P.H. - 1963 - Organic matter and nutrient cycles under moist tropical forest. *Plant and Soil*, 13(4) : 333 - 346
- NYE, P.H. et D.J. GREENLAND - 1960 - *The Soil under shifting cultivation*. Harpenden (U.K.), Commonw. Bur. of Soils, Techn. Comm. n° 51, 156p.
- O'CONNOR, T.G. - 1985 - *A synthesis of field experiments concerning the grass layer in the savanna regions of southern Africa*. Pretoria, F.R.D./C.S.I.R., S. Africa Nat. Scientific Programmes Report n° 114.
- ODUOL, P.A., P. FELKER, C.R. Mc KINLEY et C.E. MEIER - 1986 - Variation among selected *Prosopis* families for pod sugar and pod protein contents. *Forest Ecology and Management*, 16 (1-4) : 423 - 431
- O'KTING'ATI, A., J.A. MAGHEMBE, E.C.M. FERNANDES et G.H. WEAVER - 1984 - Plant species in the Kilimanjaro agroforestry system. *Agroforestry Systems*, 2 : 177 - 186
- OLDEMAN, R.A.A. - 1974 - *L'architecture de la forêt guyanaise*. Paris, ORSTOM, Mém. 73, 204 p.
- OLDEMAN, R.A.A. - 1990 - *Silvology and agroforestry : design and management*. Paper presented at the 5th Intern. Congress of Ecology, 23 - 30 Aug. 1990, Yokohama (Japan), 15p.
- OLIVEIRA, P.R.P. de, et L.R. HUMPHREYS - 1986 - Influence of level and timing of shading on seed production in *Panicum maximum* cv. Gatton. *Austral. J. Agric. Res.*, 37 : 417 - 424
- OLSSON, L. - 1985 - *An integrated study of desertification : applications of remote sensing, GIS and spatial models in semi-arid Sudan*. Lund (Sweden), Meddelanden från Lunds Universitets Geografiska Institution, Avhandlingar, 98, 170p.
- ONIONS, C.T. (rev. and 3d ed.) - 1973 - *The shorter Oxford English dictionary on historical principles Vol. 1. A mark worthy. Vol. 2. Marl-Z. and addenda*. Oxford (UK), Clarendon Press, 1280p.
- OPPENHEIMER, H.R. - 1960 - Adaptation to drought : xerophytism. In UNESCO, *Plant-water relationships in arid and semi-arid conditions. Review of Research*. Arid Zone Research n° 15 : 105 - 138
- OVALLE, C. - 1986 - *Etude du système écologique sylvo-pastoral à Acacia Caven (Mol.) Hook. et Arn. Applications à la gestion des ressources renouvelables dans l'aire climatique méditerranéenne humide et sub-humide du Chili*. Montpellier (France), C.N.R.S., Centre EMBERGER, (xxii) + 224p.
- OVALLE, C. et J. AVENDANO - 1987 - Interactions de la strate ligneuse avec la strate herbacée dans les formations d'*Acacia Caven* (Mol.) Hook. et Arn. au Chili. I. Influence de l'arbre sur la composition floristique, la production et la phénologie de la strate herbacée. *Acta oecologica*, 8 : 385 - 404
- OVINGTON, J.D., D. HEITKAMP et D.B. LAWRENCE - 1963 - Plant biomass and productivity of prairie, savanna, oakwood and maize field ecosystems in central Minnesota. *Ecology*, 44 : 52 - 63
- OWEN-SMITH, N. - 1985 - The ecology of browsing by African wild ungulates. In TOYHILL, J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 345 - 349. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- OWEN-SMITH, N. et S.M. COOPER - 1987 - Palatability of woody plants to browsing ruminants in a South African savanna. *Ecology*, 68 (2) : 319 - 331
- PABOT, H. - 1961 - *The natural vegetation of the Khuzistan region and headwaters*. Rome, F.A.O., interim report, 60p.
- PANDAY, K. - 1982 - *Fodder trees and tree fodder in Nepal*. Berne, Swiss Devt Corp., 107p.
- P.A.P. - 1985 - *Schéma managérial pour le choix des essences se prêtant à une utilisation agroforestière dans la région du Projet*. Nyabisindu (Rwanda), Projet agro-pastoral, Annexe 6 de la fiche tech. n°3, 10p.
- PARRA HAKE, H. - 1988 - Forestry program in arid lands : the Mexican experience. In WHITEHEAD, E.E., C.F. HUTCHINSON, B.N. TIMMERMANN et R.G. VARADY (ed.), *Arid Lands Today and Tomorrow* : 865 - 869. Westview Press, Boulder (USA).
- PAYNE, W.J.A. - 1970 - *Cattle production in the tropics. Breeds and breeding*. London, Hodder and Stroughton, 310p.

- PECK, A.J. et D.H. HURLE - 1973 - Chloride balance of some farmed and forested catchments in South Western Australia. *Water Resources Research*, 9 : 648 - 657
- PEDLEY, L. - 1986 - Derivation and dispersal of *Acacia* (Leguminosae) with particular reference to Australia, and the recognition of *Senegalia* and *Racosperma*. *Bot. J. of the Linnean Soc.*, 92 : 219 - 254
- PELLEW, R.A. - 1980 - Production et consommation du fourrage ligneux d'*Acacia* et sa potentialité pour la production de protéines animales. In LE HOUEROU, H.N. (éd.), *Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances* : 221 - 229. CIPEA, Addis Abeba (Éthiopie).
- PELLEW, R.A. - 1983 - The impacts of elephant, giraffe and fire upon the *Acacia tortilis* woodlands of the Serengeti. *African J. of Ecology*, 21 : 41 - 74
- PELTIER, R. - 1990 - *Rapport de mission d'appui au volet forestier du projet Nord Est Bénoué, Province du Nord, Cameroun*. Nogent sur Marne (France), C.T.F.T., ii + 37p.
- PENDERY, B.M. et F.D. PROVENZA - 1987 - Interplanting crested wheatgrass with shrubs and alfalfa : effects of competition and preferential clipping. *J.R.M.*, 40 (6) : 514 - 520
- PENNING DE VRIES, F.W.T. et M.A. DJITEYF (éd.) - 1982 - *La productivité des pâturages sahéliens, une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle*. Wageningen (Pays Bas), Agric. Res. Rep. 918, PUDDOC, 525p.
- PERPILLOU, Aimé - 1971 - L'évolution du paysage rural de la Normandie depuis le début du XIX^{ème} siècle. In DUSSART (éd.), *L'habitat ...* : 341 - 364
- PESSON, P. et J. LOUVEAUX - 1984 - *Pollinisation et productions végétales*. Paris, INRA, xv + 663p.
- PETROV, M.P. - 1966 - Productivity of some shrubs in the South-East Kazakum. *Botanical Journal*, 10 : 1519 - 1521
- PEYRE DE FABREGUES, B. - 1990 - Sécheresse et disparition des arbres fourragers au Sahel. *Sécheresse*, 1 (2) : 105 - 108
- PIANKA, E.R. - 1970 - On r and k selection. *Amer. Natur.*, 104 : 592 - 597
- PICADO, W. et R. SALAZAR - 1984 - Produccion de biomasa y lena en cercas vivas de *Gliricidia Sepium* (Jacq.) Steud. de dos anos de edad en Costa Rica. *Silvoenergia*, 1 : 1 - 4
- PILLAI, K.R. et H.T. TAN - 1976 - Possible livestock production on estates using factory effluent. *Proc. Symp. of smallholder Livestock Prod. and Devt*, Bull. 114 of Min. of Agric. Malaysia : 133 - 145
- PIOT, J. - 1970 - Pâturage aérien au Cameroun. Utilisation des ligneux par les bovins. *Rev. élev. méd. vét. pays trop.*, 23 (4) : 503 - 517
- PIOT, J. - 1983 - *L'étude et le suivi de la couverture ligneuse en milieu pastoral*. Ouagadougou, C.T.F.T., 17p.
- PIOT, J., J.P. NEBOUT, R. NANOT et B. TOUTAIN - 1980 - *Utilisation des ligneux sahéliens par des herbivores domestiques. Etude quantitative dans la zone sud de la mare d'Oursi (Haute-Volta)*. Paris, GERDAT/C.T.F.T./I.E.M.V.T., 213p.
- PLAISANCE, G. - 1959 - *Les formations végétales et paysages ruraux. Lexique et guide bibliographique*. Paris, Gauthier-Villards, 423p.
- PLAISANCE, G. - 1963 - Lexique d'aménagement. *La forêt privée*, 33 : 57 - 69.
- PLAISANCE, G. - 1975 (5e éd.) - *Dictionnaire des forêts*. Chez l'auteur
- PLANHOL, X. de - 1959 - Essai sur la genèse du paysage rural de champs ouverts. In *Mémoire n°21. Annales de l'Est, Géographie et histoire agraires* : 414 - 423. Nancy
- PLANHOL, X. de - 1988 - *Géographie historique de la France*. Paris, Fayard, 635p.
- PLANTON, H.P. - 1986 - *Utilisation comparée des pâturages tropicaux par les ruminants domestiques et sauvages en Afrique*. Toulouse, Ecole nationale vétérinaire, Thèse, 190p.
- POITHEAU, A. et M. de VILMORIN - 1840 - *Le bon jardinier*. Paris, Andot, 1065 p.
- PONCET, A. - 1954 - Mélezes et pâturages. *Rev. forest. franç.*, 6 (1) : 19 - 24
- PORTERES, R. - 1956 - Un arbre vivant à contre-saison en Afrique soudano-zambésienne : *Faidherbia albida*. *Sci. Nat.* : 19 - 24
- POORE, D. - 1976 - *Ecological guidelines for development in tropical rain forest*. Morges (Suisse), U.I.C.N., 39p.
- POORE, D. (ed.) - 1986 - *The vanishing forest. The human consequences of deforestation*. London, Zed Books Ltd, 89p.
- POUPON, H. - 1977 - Evolution d'un peuplement d'*Acacia Senegal* (L.) Willd. dans une savane sahélienne au Sénégal de 1962 à 1976. *Cah. ORSTOM, Sér. Bio.*, 12 (4) : 283 - 291
- POUPON, H. - 1979 - *Structure et dynamique de la strate ligneuse d'une steppe sahélienne au Nord du Sénégal*. Paris, ORSTOM, Thèse, 351p.
- POWELL, J.M. - 1986 - Crop livestock interactions in the subhumid zone of Nigeria. In ILCA, *Livestock systems research in Nigeria's subhumid zone* : 268-303. Proc. of the 2d ILCA/NAPRI Symposium, 29 Oct. - 2 Nov. 1984, Kaduna, Nigeria
- POWELL, J.M. et A. WATERS-BAYER - 1985 - Interactions between livestock husbandry and cropping in a West African savanna. In TOTHILL, J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 252 - 255. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- PRATT, D.J. - 1964 - Bush-control studies in the drier areas of Kenya. I. Preliminary work with the Holt machines. *Emp. J. exper. Agric.*, 32 : 18 - 24
- PRATT, D.J. - 1966 a - Bush-control studies in the drier areas of Kenya. II. An evaluation of the Holt IXa "Bush Breaker" in *Tarchoanthus / Acacia* thicket. *J. appl. Ecol.*, 3 : 97 - 115
- PRATT, D.J. - 1966 b - Bush-control studies in the drier areas of Kenya. III. Control of *Disperma* in semi-desert dwarf shrub grassland. *J. appl. Ecol.*, 3 : 287 - 291
- PRATT, D.J. - 1971 - Bush-control studies in the drier areas of Kenya. VI. Effects of fenuron (3-phenyl- 1, 1-dimethylurea). *J. appl. Ecol.*, 8 : 239 - 245

BIBLIOGRAPHIE

- PRATT, D.J., P.J. GREENWAY et M.D. GWYNNE - 1966 - A classification of East African rangelands, with an appendix on terminology. *J. of applied Ecol.*, 3 : 369 - 382
- PRATT, D.J. et M.D. GWYNNE - 1977 - *Rangeland management and ecology in East Africa*. London, Hodder et Stoughton, x + 310 p. + 14 pl. phot.
- PRATT, D.J. et J. KNIGHT - 1971 - Bush-control studies in the drier areas of Kenya. V. Effects of controlled burning and grazing management on *Tarchonanthus/Acacia* thicket. *J. appl. Ecol.*, 8 : 217 - 237
- PREBBLE, R.F. et G.B. STIRK - 1980 - Throughfall and stemflow on silverleaf ironbark (*Eucalyptus melanophloia*) trees. *Austral. J. of Ecol.*, 5 : 419 - 427
- PRESSLAND, A.J. - 1973 - Rainfall partitioning by an arid woodland (*Acacia aneura* F. Muell.) in south-western Queensland. *Austral. J. Bot.*, 21 : 235 - 245
- PRESSLAND, A.J. - 1975 - Productivity and management of mulga (*Acacia aneura* F. Muell.) in south-western Queensland related to tree structure and density. *Austral. J. Bot.*, 23 : 965 - 976
- PRESTON, T.R. et R.A. LENG - 1986 - *Matching livestock production systems to available resources*. Addis Abeba, ILCA, 331p.
- PREVOST, F. et E. ROSSIER - 1985 - *Utilisation par les chevaux de pâturages dégradés en moyenne montagne préalpine sèche*. Comm. 3ème réunion ann. de la Fédér. europ. de zootechnie, Xalithca, Chalcidique (Grèce), 30 sept. - 3 oct. 1985. 38p.
- PRICE, M.R.S., Ahmed bin Hamoud Al HARTHY et R.P. WHITCOMBE - 1988 - Fog moisture effects in Oman. In WHITEHEAD, E.E., C.F. HUTCHINSON, B.N. TIMMERMANN et R.G. VARADY (ed.), *Arid Lands Today and Tomorrow* : 69 - 88. Westview Press, Boulder (USA).
- PRIMO, G. Bitu, M. de Almeida LIMA, M. de Jesus A. COELHO, M.P. de Brito FERREIRA, R.F. da SILVA, M.E.T. de MIRANDA et M. dos SANTOS - 1988 - Part and total replacement of corn-cotton bran mix by pods of *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. in rations for caged goats during the dry season. In HABIT, M.A. (ed.), *The current state of knowledge on Prosopis juliflora* : 341 - 347
- QUÉMADA, G. (sous la dir. de) - 1983 - *Dictionnaire de termes nouveaux des sciences et des techniques*. Paris, Conseil international de la langue française. xix + 605p.
- RADWANSKY, S.A. et G.E. WICKENS - 1967 - The ecology of *Acacia ulbida* on mantle in Zalingei, Jebel Marra, Sudan. *J. of applied Ecol.*, 4 : 569 - 579
- RAHARISOA, R. et A. EBREGT - 1983 - *Le système agro-sylvo-pastoral*. Antananarivo. Projet Mise en valeur des savoka (MAG/82/015), 6p.
- RAHARJO, Y.C., P.R. CHEEKE, N.M. PATTON et K. SUPRIYATI - 1986 - Valuation of tropical forages and by-product feeds for rabbit production. I. Nutrient digestibility and effect of heat treatment. *J. of applied rabbit res.*, 9 (2) : 56 - 66
- RAINS, A.B. et A.H. KASSAM - 1979 - *Land resources and animal production*. Rome, F.A.O./A.G.L.S. Consultant's working paper n°8, Project F.A.O./U.N.F.P.A., INT/75/P13
- RAKOTOMANANA, J.-L. - 1989 - Le rôle des arbres dans l'intensification agricole. In C.T.A., *Efficacité des arbres dans la production et les paysages agraires africains* : 209 - 218. CTA, Wageningen (Pays-Bas). Actes de séminaire, 11-16 juin 1988, Kigali (Rwanda).
- RAUNKIAER, C. - 1934 - *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford, Clarendon, 632 p.
- RECHENTHIN, C.A., H.M. BELL, R.J. PEDERSON et D.B. POLK - 1964 - *Grassland restoration. II. Brush control*. Temple (Texas, E.U.A.), U.S.D.A., Soil Conserv. Serv., TX, 39p.
- RENNIE, T.W., D. LIGHT, A. RUTHERFORD, M. MILLER, I. FISCHER, D. PRATCHETT, B. CAPPER, N. BUCK et J. TRAIL - 1977 - Beef cattle productivity under traditional and improved management in Botswana. *Trop. Animal Health and Production*, 9 : 1 - 6
- REPETTO, R. - 1986 - Sustainable agricultural growth. Washington, D.C., U.S. Information Agency, *Economic Impact*, 3 : 42 - 48
- REVES, Y. et D. EISKOWITCH - 1981 - Acclimatization of eucalyptus under semi-arid conditions. *Int. J. Biomet.*, 25 (1) : 21 - 28
- REYNAUD-BEAUVERIE, M. - 1936 - *Le milieu et la vie en commun des plantes. notions pratiques de phytosociologie*. Paris, Le Chevalier, 233 p.
- REYNOLDS, L. - 1989 - Legume trees for integrated crop / livestock farming in Southern Nigeria. *H.E.I.A.*, 5 (2) : 14 - 15
- REYNOLDS, S.G. - 1980 - Grazing cattle under coconuts. *World Animal Rev.*, 35 : 40 - 45
- REYNOLDS, S.G. - 1982 - Coconuts, cattle and integrated farming systems in Zanzibar, Tanzania. *Indian coconut J.*, 12 (6-9) : 9113
- REYNOLDS, S.G. - 1988 - *Pastures and cattle under coconuts*. Rome, F.A.O., Plant production and protection paper 91, ix + 321p.
- RIETVELD, W.J. - 1975 - *Phytotoxic grass residues reduce germination and initial root growth of Ponderosa pine*. U.S.D.A. For. Serv. Res. Paper RM 153, 15p.
- RIGON, A. - 1983 - *Colis (Pisoma alba) leaf meal for broilers*. La Laguna (Philippines), Univ. of Los Banos, College of Agric., thesis.
- RIVIERE, R. - 1977 - *Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical*. Paris, Min. de la Coopération, Coll. I.E.M.V.T., Manuels et précis d'élevage n°9
- ROBERT - 1985 - *Le petit Robert. Dictionnaire alphabétique et analogique de la langue française*. Paris, Le Robert, 2208p.
- ROBERTS, Murray - 1985 - *Fuel and fodder project : District Progress Report, Nov. 1983 to March 1985*. Nakuru (Kenya), 37p.
- ROBINSON, P. - 1985 - *The role of forestry in farming systems with particular reference to forest-grazing interactions*. Edinburgh, Univ., Ph.D. thesis, Vol. 1 : xx + 415p., Vol. 2 : xii + pages 416 - 461 + 130p. d'annexes
- ROBINSON, R.K. - 1972 - The production by roots of *Calluna vulgaris* of a factor inhibiting to growth of some mycorrhizal fungi. *J. Ecol.*, 60 : 219 - 224
- ROCHETTE, R.M. (éd.) - 1989 - *Le Sahel en lutte contre la désertification. leçons d'expériences*. Eschborn (Allemagne), G.T.Z., iii + 592p., pour le Club du Sahel

- RODIN, L.B., VINOGRADOV *et al.* - 1970 - *Etude géobotanique des pâturages du secteur ouest du Département de Médéa (Algérie)*. Leningrad, Nauka, 124 p., 2 cartes couleurs.
- ROMBAUT, D. - 1974 - Etude sur l'élevage bovin dans les palmeraies de Côte d'Ivoire. *Oléagineux*, 19 : 121
- ROMINGER, E., A.R. DALE et J.A. BAILEY - 1988 - Shrubs in the summer diet of Rocky Mountain bighorn sheep. *J. Wildl. Managt.*, 52 (1) : 47 - 50
- ROSE-INNES, R. et G.L. MABEY - 1964 - Studies on browse plants in Ghana. III. Browse/grass ingestion ratios : (a) Determination of the free-choice *Griffonia*/grass ingestion ratio for West African shorthorn cattle on the Accra plains using the "simulated shrub" technique. *Exp. J. Exp. Agric.*, 32 : 180 - 192
- ROUPNEL, G. - 1932 - *Histoire de la campagne française*. Paris, Grasset, réédition 1955, Club des libraires de France, 289p. + 11 photos
- ROUSSEAU, J.-J. - 1781 - *Fragment pour un dictionnaire des termes d'usage en botanique*. In *Oeuvres complètes*. Gallimard, La Pléiade : 1201 - 1247
- ROUSSEL, L. - 1956 - A propos d'une nouvelle étude sur le phénomène d'alternance. *Bull. de la Soc. forestière de Franche Comté et des provinces de l'est*, 27 : 217 - 222
- ROUSVOAL, D. - 1986 - *Problèmes agropastoraux dans la région du Bari (Somalie)*. Maisons Alfort (France), I.E.M.V.T., Mission d'appui au Projet de dév. intégré des oasis du Bari, (i) + 25p. + 14 photos
- ROY, Anil Baran - 1991 (6 mai) - Lettre à J. BENIEST, de l'ICRAF
- ROY, J. et J. CHEVRIER - 1900 - *Ampélographie rétrospective*. Montpellier (France), Coulet et fils, 525p.
- ROY-NOËL, J. - 1974 - Recherches sur l'écologie des Isoptères de la presqu'île du Cap Vert (Sénégal). *Bull. IFAN*, t. 26, sér. A, 2 : 291 - 378 et 3 : 525 - 613
- RUCKEBUSCH, Y., P. VIGROUX et M. CANDAU - 1976 - Analyse du comportement alimentaire chez les équidés. In *C.R. CEREOPA, 2ème journée d'étude, 10 mars 1976. Paris* : 69 - 72
- RUSHWORTH, J.E. - 1975 - *The floristic, physiognomic and biomass structure of Kalahari sand shrub vegetation in relation to fire and frost in Wankie National Park, Rhodesia*. Univ. of Rhodesia, M. sc. Thesis, quoted by WALKER, B.H., 1980
- RUSSELL, F.C. - 1947 - The chemical composition and digestibility of fodder shrubs and trees. In *CABI. The use and misuse of shrubs and trees as fodder* : 185 - 231
- RUSSO, R.O. - 1983 - *Efecto de la poda de Erythrina poeppigiana (Wampers) O.F. Cook (poro) sobre la nodulacion, produccion de biomasa y contenido de nitrogeno en el suelo de un sistema agroforestal "cafe-poro"*. Turrialba (Costa Rica), U.C.R./CATH. Tesis Mag. Sc., 106p.
- RUTHENBERG, H. - 1980 (3e éd.) - *Farming systems of the tropics*. Oxford (U.K.), Clarendon Press, 424 p.
- RUTHERFORD, M.C. - 1978 - Primary production ecology in Southern Africa. In *WAGIER (éd.), Biogeography and ecology of Southern Africa* : 623 - 652
- RUTHERFORD, M.C. - 1979 - Plant-based techniques for determining available browse and browse utilisations : a review. *The botanical review*, 45 (2) : 203 - 228
- RUTHERFORD, M.C. - 1982 a - Woody plant biomass distribution in *Burkea africana* savannas. In *HUNTLEY, B.J. et B.H. WALKER (ed.), Ecology of tropical savannas* : 120 - 142. Springer-Verlag, Berlin (Germany).
- RUTHERFORD, M.C. - 1982 b - Aboveground biomass categories of woody plants in a *Burkea africana* - *Ochna pulchra* savanna. *Bothalia*, 14 : 131 - 138
- SAINI, A.L., K. SHARMA, N. SINGH et J.L. OGRA - 1988 - Seasonal variation in grazing behaviour of goats under multi-tier pasture in semi-arid tropics. In *Panjab SINGH, V. SHANKAR et A.K. SRIVASTAVA (ed.), Third international rangeland congress* : 464 - 466. Proceedings of congress, 7-11 November 1988, New Delhi (India). Range Management Society of India.
- SAMPAIO FERREIRA MONTES, E. - 1951 - *A vinha na paisagem do Minho*. Lisboa, Univ. técnica, Inst. sup. de agronomia, Gabinete de arquitectura paisagista, 145p. + ann.
- S.A.N. - 1990 - Reader's feedback on rice-fish culture. Bangkok, I.D.R.C., *Sustainable agriculture newsletter*, 2 (2) : 24
- SANCHEZ, P.A. - 1981 - Soil management in the oxisol savannas and ultisol jungles of tropical South America. In *GREENLAND, D.J. (ed.), Characterisation of soils in relation to their classification and management for crop production* : 214 - 253. Clarendon Press, Oxford (U.K.).
- SANCHEZ, P.A. et S.W. BUOL - 1974 - Properties of some soils of the upper Amazon Basin in Peru. *Soil Sci. Soc. of Amer. Proc.*, 36 : 117 - 121
- SANCHEZ, P.A. et R.F. ISBELL - 1978 - A comparison of the soils of tropical Latin America and tropical Australia. In *SANCHEZ, P.A. et L.E. TERGAS (ed.), Pasture production in the acid soils of the tropics* : 25 - 53. CIAT, Cali (Colombia)
- SANCHEZ, P.A. et L.E. TERGAS (ed.) - 1979 - *Pasture production in the acid soils of the tropics*. Cali (Colombia), CIAT, 488p.
- SANDFORD, S. - 1977 - *Dealing with drought and livestock in Botswana*. London, British Ministry of Oversea Development, 150 f. dans une pagination irrégulière
- SANDFORD, S. - 1983 a - The development experience. In *ILCA, Pastoral system research in Sub-Saharan Africa* : 11 - 21. ILCA, Addis-Ababa (Ethiopia).
- SANDFORD, S. - 1983 b - *Management of pastoral development in the Third World*. Chichester (U.K.)/New York (U.S.A.), John Wiley and sons, 316p.
- SANDFORD, S. - 1983 c - *Organisation and management of water supplies in tropical Africa*. Addis Abeba, ILCA Research Report n°8
- SANDFORD, S. - 1984 - Pastoral strategies and desertification opportunity and conservation in drylands. In *SPOONER, B. et H.S. MANN (ed.), Desertification and development : dryland ecology in social perspective* : 61 - 80. Academic Press, New York (USA).
- SANDFORD, S. - 1989 - Crop residue/Livestock Relationships. In *ICRISAT (ed.), Soil, crop, and water management in the Sudano-Sahelian zone* : 169 - 182

- SANDFORD, W.W., S. USMAN, E.O. OBOT, A.O. ISICHEI et M. WARI - 1982 - Relationship of woody plant to herbaceous production in Nigerian savanna. *Trop. Agric.*, 59 (4) : 315 - 318
- SAN JOSE, T.J. et M. R. FARINAS - 1989 - Changes in tree density and species composition in a protected *Trachypogon* savanna, Venezuela. *Ecology*, 64 (3) : 447 - 453
- SANTHIRASEGARAM, K. - 1975 - Effect of associated crop of grass on the yield of coconuts. Paper read at the 4th session, F.A.O. Tech. Working Party on coconut production, protection and processing, Kingston, Jamaica, 11p.
- SARMIENTO, G. et M. MONASTERIO - 1969 - Studies on the savanna vegetation of the Venezuelan leanos. I. The use of association analysis *J. Ecol.*, 57(3) : 579-598
- SARMIENTO, G. et M. MONASTERIO - 1975 - A critical consideration of the environmental conditions associated with the occurrence of savanna ecosystems in tropical America. In GOLLEY, F.B. et E. MEDINA, *Tropical ecological systems - Trends in terrestrial and aquatic research* : 223-250. Springer-Verlag, Berlin (Germany).
- SASSON, A. - 1980 - Development of forest resources in tropical regions. *Impact of Sciences on Society*, 30 (3) : 211 - 216
- SASSON, A. - 1986 - *Nourrir demain les hommes*. Paris, UNESCO, Coll. Sextant, 767p.
- SAZON, M.A. - 1988 - Feeding value of *Sesbania rostrata* in layer diets. Laguna (Philippines), Univ. of the Phil. at Los Banos, College of Agric., Thesis
- SCHIMPER, A.F.W., et F.C. von FABER - 1935 - *Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage*. Jena, Fischer, 2 vol., 1613p.
- SCHLEICH, K. - 1986 - Le fumier peut-il remplacer la jachère ? Possibilité d'utilisation du fumier : exemple de la savane d'Afrique occidentale. *Rev. élev. et méd. vét. pays trop.*, 39 (1) : 97 - 102
- SCHMID-HAAS, P. - 1940 - *Vocabulary of forest management*. Vienna, IUFRO, World Series n1, 316 p. en 6 langues.
- SCHMIDT, W. - 1975 - Plant communities in permanent plots of the Serengeti Plains. *Vegetatio*, 30 : 133 - 145
- SCHNELL, R. - 1977 - *Introduction à la phytogéographie des pays tropicaux. Tome 3 : La flore et la végétation de l'Afrique tropicale*. Paris, Gauthiers-Villars, 459p.
- SCHOLTZ, C.H. - 1982 - *Tropic ecology of Lepidoptera larvae associated with woody vegetation in a savanna ecosystem*. Pretoria, Council for Sc. and Ind. Res., S.A. Nat. Sc. Progr., Report n°55
- SCHUMACHER, E.F. - 1973 - *Small is beautiful*. London, Blond et Brigger Ltd.
- SEMPLE, A.T. - 1956 - *L'amélioration des herbages dans le monde*. Rome, F.A.O., Et. agr. n°16, xv + 169p. + 107 fig.
- SEN, D.N., R.B. JHAMB et D.C. BHANDARI - 1988 - Biology and land reclamation in the Indian Desert. In WHITEHEAD, E.E., C.F. HUTCHINSON, B.N. TIMMERMANN et R.G. VARADY (ed.), *Arid Lands Today and Tomorrow* : 791 - 800. Westview Press, Boulder (USA).
- SEN, K.C., S.N. RAY et RANJHAN - 1978 - *Nutritive value of Indian feeds and the feeding of animals*. New Delhi, Indian Council of Agric. Res., 92p.
- SERRES, O. de - 1600 - *Théâtre d'agriculture et mesnage des champs*. Paris
- SESHADRI, P. - 1976 - *Acacia leucophloea*. Coimbatore (India), Tamil Nadu Agric. Univ., Paper at For. Sc. Workers Conf.
- S.F.P.P. - 1970 - Vocabulaire de phytiairie et de phytopharmacie. Société française de phytiairie et de phytopharmacie. *Phytoma*, 219 : 37 - 40
- SHALASH, M.R. - 1984 - The production and utilization of camel meat. In ROSS COCKRILL, W. (ed.), *The Camelid. An all purpose animal*, vol. 1 : 231 - 247. Scandinavian Institute of African Studies
- SHAMSUTDINOV, Z. Sh., R. CHALBASH et I.O. IBRAGIMOV - 1968 - Pasture protective forest belts with black saxaoul. *Grasslands and pastures*, n°2
- SHARMAN, M.J. - 1983 - Approche systémique du suivi continu d'une zone pastorale. In VANPRAET C.L. (éd.), *Méthodes d'inventaire et de surveillance continue des écosystèmes pastoraux sahétiens* : 149 - 160. ISRA, Dakar (Sénégal) et F.A.O.
- SHERMAN, G. - 1980 a - What "green desert" ? The ecology of Batak grassland farming. *Indonesia*, 29 : 113 - 148
- SHERMAN, G. - 1980 b - The culture-bound notion of "soil fertility". On interpreting non-western criteria of selecting land for cultivation. *Studies in Third World Societies*, 14 : 487 - 511
- Shorter Oxford Dictionary* - 1973 - Oxford, Oxford University Press, xxv + 2672p.
- SINCLAIR, A.R.E. - 1979 - Dynamics of the Serengeti ecosystem : process and pattern. In SINCLAIR, A.R.E. et M. NORTON-GRIFITHS (ed.), *Serengeti : dynamics of an ecosystem* : Chicago (U.S.A.), Chicago Univ. Press
- SINGH, G.B. - 1987 - Agroforestry in the Indian subcontinent : past, present and future. In STEPLER, H.A. et P.K.R. NAIR (éd.), *Agroforestry, a decade for development* : 117 - 138. ICRAF, Nairobi (Kenya).
- SINGH, Kripal et P.C. GUPTA - 1977 - A note on the nutritive value of Pala (*Zizyphus nummularia*) hay for sheep and goat. *Annals of arid zone*, 16 (1) : 157 - 160
- SINGH, P. - 1990 - Agrosilvipasture systems in India. In DEVENDRA, C. (ed.), *Shrubs and tree fodders for farm animals* : 183 - 195. IDRC, Ottawa (Canada). Proceedings of a workshop, 24-29 July 1989, Denpasar (Indonesia).
- SINGH, P. et P.S. PATHAK - 1986 - *Return on investments made in the development of pastures*. Jhansi (India), Indian Grasslands and Fodder Research Institute.
- SKINNER, J.D. - 1966 - An appraisal of the eland (*Taurotragus oryx*) for diversifying and improving animal production in S. Africa. *Africa Wildlife*, 20 : 29 - 40
- SKOURI, M. - 1966 - *Valeur nutritive de la ration et comportement alimentaire du Ruminant*. Paris, Fac. des Sc., Thèse doct. ing.
- SMITH, A.J. - 1984 - The integration of draught animals into agricultural systems. In F.A.O., *Energie animale en agriculture en Afrique et en Asie* : 1 - 7. Animal production and health paper n°42, FAO (Italie).

- SODEPRA - 1987 - *Rapport annuel 1987*. Abidjan, Soc. pour le dév des productions animales
- SOEWARDI, B. et D. SASTRADIPRADIA - 1980 - Alang-Alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) and animal husbandry. In *BIO-TROP, Proc. of BIOTROP Workshop on alang-alang* : 157 - 178
- SONKO, M.L. - 1986 - Traction animale et travail animal au Sénégal : le cas du nord-est de la Basse Casamance. In D.S.A., *Relations agriculture-élevage* : 252 - 259. CIRAD, Montpellier (France). Actes de séminaire, 10-13 septembre 1985, Montpellier.
- SORBO, G.M., E. SKJONSBERG et J. OKUMU - 1988 - *NORAD in Turkana. A review of the Turkana Rural Development Programme*. Nairobi, NORAD
- SPEARS, J. - 1988 - *Forestry research priorities for underpinning the Tropical Forestry Action Plan (T.F.A.P.)*. An overview. Washington, World Bank, Background Paper.
- STEBBING, E.P. - 1953 - *The creeping desert in Sudan and elsewhere in Africa : 15° - 13° degrees of latitude*. Khartoum, McCorquodale (Sudan), 165p.
- STEEN, E.B. - 1971 - *Dictionary of biology*. New York, Barnes and Noble Books, 630p.
- STEPPLER, H.A. et P.K.R. NAIR (ed.) - 1987 - *Agroforestry : a decade of development*. Nairobi, ICRAF, 335p.
- STEWART, P.J. - 1981 - Forestry, agriculture and land husbandry. *Commonw. For. Rev.*, 60 (1) : 29 - 34
- STEWART, R.A. (éd.) - 1983 - *Pastoral systems research in sub-saharan Africa*. Addis-Abeba, ILCA/Ottawa, I.D.R.C., 480p.
- STIEVENART, C. et J. HARDOUIN - 1990 - *Manuel d'élevage des escargots géants africains sous les tropiques*. Ede/Wageningen (Pays Bas), C.T.A., 37p.
- STODDART, L.A., A.D. SMITH et T.W. BOX - 1955 (3e éd.) - *Range management*. New York (E.U.A.), McGraw Hill, x + 532 p.
- STORAS, F. - 1987 - *Intention or implication, the effects of Turkana social organization on ecological balance*. Comm. Atelier "Changing rights in property and problems of pastoral development in the Sahel". Manchester Univ., avril 1987
- STOTZ, D. - 1983 - *Production techniques and economics of small-holder livestock production systems in Kenya*. Farm management handbook of Kenya, vol. IV, 140p. Min. of Agric. Kenya/G.T.Z.
- STRANGE, L.R.N. - 1980 - *An introduction to pastureland ecology*. Rome, F.A.O., Plant production and protection papers 6 and 7, 192 et 188p.
- STURMHEIT, P., YEMBO KAONGA, F. BOEMER, H. TOPISCH, S. HABEENZU - 1989 - Evaluation of a soil conservation and agroforestry needs assessment study in Mazabuka District of Zambia. In C.T.A./Terres et vie, *Agroforesterie, Efficacité des arbres dans la production et les paysages agraires africains* : 351 - 382. C.T.A., Wageningen (Pays-Bas). Actes de séminaire, 11-16 juin 1988, Kigali (Rwanda).
- SULEIMAN, Hagir B., A.M. SHOMMEIN et Saneia A. SHAD-DAD - 1987 - The pathological and biochemical effects of feeding fermented leaves of *Cassia obtusifolia* "kawal" to broiler chicks. *Avian Pathology*, 16 : 43 - 49
- SURYATNA, E.S. et J.L. McINTOSH - 1980 - Food crops production and control of *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. on small farms. In *BIOTROP, Proc. of BIOTROP Workshop on alang-alang* : 135 - 148
- SUTTER, J.W. - 1987 - Cattle and inequality : herd size differences and pastoral production among the Fulani of North Eastern Senegal. *Africa*, 57 : 196 - 218
- SYKES, J.B. (ed.) - 1982 (7th ed.) - *The concise Oxford dictionary of current English*. Oxford, Clarendon, 1258p.
- SZABO, M. - 1970 - *Herdar och husdjur. En etnologisk studie över Skandinaviens och Mellanuropas beteskultur och valningsorganisation*. (Éleveurs de bétail. Une étude ethnologique du pastoralisme et de la gestion des pâturages en Scandinavie et en Europe centrale) Stockholm, Nordiska Museets Handlingar 73
- TAN, K.H. et P.D. ABRAHAM - 1981 - Sheep rearing in rubber plantations. *Proc. Rubber Res. Inst. Malaysia Planters' Conf. Kuala Lumpur 1981* : 163
- TAN, K.H., P.D. ABRAHAM et M.S. ABDUL SAMAT - 1980 - *Goat rearing under rubber*. At Annual Conf. Malaysia Vet. Ass., Kuala Lumpur
- TAYLOR, T.A. - 1977 - Les associations culturelles, moyen de lutte contre les parasites des plantes en Afrique tropicale. Dakar, ENDA, *Cahiers d'étude du milieu et d'aménagement du territoire*, II (4) et III (1) : 113 - 130
- TEAGUE, W.R. - 1984 - Response of *Acacia Karroo* trees to intensity of defoliation at different phenophases in a South African savanna. In JOSS *et al.* (ed.), *Rangelands : a resource under siege*. Proc. 2d Intern. Rangeland Congress : 466 - 477
- TEAGUE, W.R. - 1985 - Leaf growth of *Acacia Karroo* trees in response to frequency and intensity of defoliation. In TOTHILL, J.C. et J.J. MOTT (ed.), *Ecology and management of the world's savannas* : 220 - 222. CAB International, U.K. Proceedings of an international symposium, 28 - 31 May 1984, Brisbane (Australia).
- THAKAR, C.V. - 1979 - The beekeeping development and research programme of the Khadi and village industries Commission, India. In I.B.R.A., *Beekeeping in rural development* : 91 - 106
- The New Encyclopaedia Britannica* in 30 vol., Micropaedia, vol. 2 (Ready Ref. and Index)
- THIAULT, M. et B. HAMIDOU - 1990 - Evaluation de l'influence de différents facteurs sur le fonctionnement des écosystèmes pâturés de chêne pubescent. In INRA/C.N.R.S./I.A.R.E., *Diversification des systèmes d'élevage ...* : 74 - 82
- THIOLLAY, J.M. - 1971 - L'exploitation des feux de brousse par les oiseaux en Afrique occidentale. *Alauda*, 34 : 54 - 72
- THOMAS, D. - 1984 - Global ventures in *Strylosanthes*. I. South America. In STACE, H.M. et L.A. EDYE (ed.), *The biology and agronomy of Strylosanthes* : 451 - 466. Academic Press, Sydney (Australia).
- THOMAS, D., R.P. DE ANDRADE, W. COUTO, C.P. MOORE et C.M.C. DA ROCHA - 1983 - Pasture development in the tropical savanna region of Brazil. *World Rev. of An. Production*, 19 (2) : 38 - 44

- THURIET, T. - 1986 - Contribution à l'étude des systèmes d'élevage dans le Yatenga (Burkina Faso) : cas du village de Sabouna. In D.S.A., *Relations agriculture - élevage* : 205 - 211. CIRAD, Montpellier (France). Actes de séminaire, 10-13 septembre 1985, Montpellier.
- THYS, E., B. DINEUR, O. OUMATE et J. HARDOUIN - 1986 - Les bocufs de case ou l'emboche traditionnelle dans les Monts du Mandara (Nord Cameroun). I. Technique d'élevage. *Rev. élev. méd. vét. pays trop.*, 39 (1) : 113 - 117
- TIEDEMANN, A.R., E.D. McARTHUR et D.C. FREEMAN - 1987 - Variations in physiological metabolites and chlorophyll in sexual phenotypes of "Rincorn" fourwing saltbush. *J.R.M.*, 40 (2) : 151 - 155
- TIMBERLAKE, J.R. et S.J. REDDY - 1986 - Potential pasture productivity and livestock carrying capacity over Mozambique. Mputo, Inst. Nac. Invest. Agron. Publ. n°49
- TIMBERLAKE, Lloyd - 1985 - *L'Afrique en crise : la banqueroute de l'environnement*. Paris, L'Harmattan/Earthscan, (traduit de l'anglais par Micheline BAUMER), 294p.
- TINLEY, K.L. - 1982 - The influence of soil moisture balance on ecosystems patterns in southern Africa. In HUNTLEY, B.J. et B.H. WALKER (ed.), *Ecology of tropical savannas* : 175 - 192. Springer-Verlag, Berlin (Germany).
- TOMLINSON, P.B. et M.H. ZIMMERMANN - 1978 - *Tropical trees as living systems*. Londres, Cambridge Univ. Press, 675 p.
- TORQUEBAU, E. - 1979 - *The reiteration of the architectural model : a demographic approach to the tree*. Montpellier, Univ. des Sc. et techn. du Languedoc, Diplôme d'ét. approf. d'éc. gén. et appliquée, 51p.
- TORQUEBAU, E. - 1984 - Man-made Dipterocarp forest in Sumatra. *Agroforestry Systems*, 2 : 103 - 127
- TORQUEBAU, E. - 1990 a - *Evaluation écologique en agroforesterie (Notes d'enseignement)*. Nairobi, ICRAF, 26p.
- TORQUEBAU, E. - 1990 b (2e éd.) - *Les concepts de l'agroforesterie (Notes d'enseignement)*. Nairobi, ICRAF, 56p.
- TORQUEBAU, E. - 1992 - Are tropical agroforestry homegardens sustainable ? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 41 : 189 - 207
- TORRES, F. - 1983 - Role of woody perennials in animal agroforestry. *Agroforestry systems*, 1 : 131 - 163
- TOURE, Oussouby - 1987 - *Une société pastorale en mutation sous l'effet des politiques de développement. Les Peul du Ferlo, du début du siècle à nos jours*. USED/INSAHASRA, Etudes et travaux USED n°8, 107p.
- TOUZEAU - 1973 - *Les arbres fourragers de la zone sahélienne de l'Afrique*. Toulouse (France), Ecole nationale vétérinaire, thèse n°75, 125p.
- TRABAUD, L. - 1970 - Quelques valeurs et observations sur la phytodynamique des surfaces incendiées dans le Bas-Languedoc. *Naturalia monspel.*, 21 : 231 - 242
- TRABAUD, L. - 1974 - Experimental study of the effects of prescribed burning on a *Quercus coccifera* L. garrigue. *Proc. Tall Timbers Fire Ecol. Conf.*, 13 : 97 - 129
- TRABAUD, L. - 1980 - *Impact biologique et écologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des garrigues du Bas-Languedoc*. Montpellier, U.S.T.L., Thèse d'Etat, 288p.
- TRABAUD, L. - 1984 - Fire adaptation strategies of plants in the French Mediterranean area. In MARGARIS, N.S. et M. ARIANOUS-TOU-FARRAGITAKI (ed), *Being alive on land* : 63 - 69. W. Junk, The Hague (Netherlands), Boston (USA). Proceedings of an international symposium, 1982, Halkidiki (Greece).
- TRABAUD, L. - 1989 - *Les feux de forêts. Mécanismes, comportement et environnement*. Aubervilliers (France), France- Sélection, 278p.
- TRABAUD, L. et J. LEPART - 1980 - Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire. *Vegetatio*, 43 : 49 - 57
- TRABAUD, L. et J. LEPART - 1981 - Changes in the floristic composition of a *Quercus coccifera* L. garrigue in relation to different fire regimes. *Vegetatio*, 46 : 105 - 116
- TRAORE, G. - 1978 - *Evolution de la disponibilité et de la qualité du fourrage au cours de la transhumance de Dioufarabé*. Bamako, Centre pédagog. sup., Thèse
- TROCHAIN, J.-L. - 1955 - Nomenclature et classification des milieux végétaux en Afrique noire française. In C.N.R.S., *Les divisions écologiques du monde* : 317 - 333. C.N.R.S., Paris (France).
- TROCHAIN, J.-L. - 1957 - Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique intertropicale. *Bull. Inst. études centrafric.*, 13 - 14 : 55 - 93
- TUCKER, C.J., C.L. VAN PRAET, E. BOERWINKLE et A. GASTON - 1983 - Satellite remote sensing of total dry matter accumulation in the Senegalese Sahel. *Remote Sensing Environ.*, 13 : 461 - 474
- TUCKER, C.J., C.O. JUSTICE et S.D. PRINCE - 1986 - Monitoring the grasslands of the Sahel 1984 - 1985. *Int. J. Remote Sensing*, 7 (11) : 1571 - 1582
- TUNSTALL, B.R. et D.J. CONNOR - 1981 a - A hydrological study of a sub-tropical semi-arid forest of *Acacia harpophylla* F. Muell. ex Benth. (Brigalow). *Austral. J. of Bot.*, 29 : 311 - 320
- TUNSTALL, B.R., B.W.R. TORSSELL, R.M. MOORE, J.A. ROBERTSON et W.F. GOODWIN - 1981 b - Vegetation change in a poplar box (*Eucalyptus populnea*) woodland. Effect of tree killing and domestic livestock. *Austral. Rangeland J.*, 3 : 123 - 132
- TUNSTALL, B.R. et J. WALKER - 1975 - The effect of woodland disturbance on soil water. *Proc. Ecol. Soc. of Australia*, 9 : 49 - 57
- TURNER, R.M. - 1963 - Growth in four species of Sonoran desert trees. *Ecology*, 44 : 760 - 765
- UNESCO - 1973 - *Classification internationale et cartographie de la végétation* (en 3 langues : anglais, espagnol, français). Paris, UNESCO, Série écologie et conservation N°6, 93p. et 1 dépliant h.t. en couleurs
- UNESCO - 1981 a - *Ecology in action : an exhibit*. Paris, UNESCO, Un jeu de 36 affiches
- UNESCO - 1981 b - *UNESCO Programme Man and the Biosphere (MAB). Integrated Project in Arid Lands (IPAL)*. Paris, UNESCO, 17p.

- UNESCO, PNUE et F.A.O. - 1981 - *Écosystèmes pâturés tropicaux*. Paris, UNESCO, Rech. sur les ress. nat. xvi, 675p.
- UPHOF, J.C.Th. - 1968 (2e éd.) - *Dictionary of economic plants*. New-York (E.U.A.), Stechert - Hafner Service Agency/Codicote (Hertshire, G.B.), Wheldon et Westley, 591 p.
- VACHER, J. - 1984 - *Les pâturages de la Sierra Norte. Analyse phytologique et agro-écologique des dehesas pastorales de la Sierra Norte*. Montpellier (France), C.N.R.S./CEPE, 195p.
- VALENZA, J. et A.K. DIALLO - 1972 - *Etude des pâturages naturels du nord Sénégal*. Maisons Alfort (France), I.E.M.V.T., Etude agrosociologique n°34, 311p.
- VAN DYNE, G.M. et M.F. HEADY - 1965 - Botanical composition of sheep and cattle diets on a mature annual range. *Hilgardia*, 36 : 465 - 492
- VAN PRAET, C.L., M.J. SHARMAN et C.J. TUCKER - 1983 - Utilisation des images NOAA pour l'estimation de la production primaire en milieu sahélien. In VAN PRAET, C.L. (éd.), *Méthodes d'inventaire et de surveillance continue des écosystèmes pastoraux sahéliens* 299 - 319. ISRA, Dakar (Sénégal) et F.A.O.
- VAN RAAJ, J.G.T. et P.N. DE LEEUW - 1974 - *The importance of crop residues as fodder : a resource analysis in Katsina Province, Nigeria*. Samaru, Zaria (Nigeria), Ahmadu Bello Univ., Bull. 139
- VAN ROEY, J., S. GRANGER et H. SWALLOW - 1988 - *Dictionnaire des faux amis français-anglais*. Gembloux (Belg.), Duculot, xxxiii + 792 p.
- VAN WIJNGAARDEN, W. - 1985 - *Elephants - Trees - Grass - Grazers : Relationships between climate, soils, vegetation and large herbivores in a semi-arid ecosystem (Tsavo, Kenya)*. Enschede (Netherlands), I.T.C. Publ. n°4
- VAN ZYL, J.H.M. - 1965 - The vegetation of S.A. Lombard Nature Reserve and its utilization by certain antelopes. *Zool. Africa*, 1 : 55
- VASSILIADIS, G., O.T. DIAW et G. ROBERGE - 1986 - Note sur la comparaison des propriétés molluscicides d'*Ambrosia maritima* (Egypte) et d'*Ambrosia senegalensis* (Sénégal). *Rev. elev. méd. vét. pays trop.*, 39 (3-4) : 341 - 343
- VELAYUTHAN, A. et CHEO YU LIM - 1986 - Sheep farming. Another tool for weed control under oil palm/rubber plantations by using a cheaper management technique. Kuala Lumpur, *Planter*, 62 : 319 - 332
- VERCIER, J. - (vers 1930) - *Arboriculture fruitière*. Paris, Hachette, Encyclopédie des connaissances agricoles, 392p.
- VERNET, Ph., J.L. GUILLERM et P.H. GOUYON - 1977 - Le polymorphisme chimique de *Thymus vulgaris* L. (Labiée). I. Répartition des formes chimiques en relation avec certains facteurs écologiques. *Oecol. Plant.*, 12 (2) : 159 - 179
- VERNIER, Ph. et J. GODEFROY - 1987 - Comportement de *Sesbania rostrata* Brem. et Oberm. dans le nord du Cameroun. *Fruits*, 42 (9) : 511 - 514
- VIEIRA DA SILVA, J. - 1985 - Agroforesterie en zone tropicale sèche. In A.C.C.T., *La sécheresse en zone intertropicale. Pour une lutte intégrée* : 519 - 526
- VIGNES, D. et J. CARLES - 1977 - Influence du vent sur l'activité photosynthétique et les échanges gazeux. *Oecologia Plantarum*, 12 (2) : 149 - 158
- VILLIERES, B. - 1987 - *L'apiculture en Afrique tropicale*. Paris, Assoc. franç. des volontaires du progrès/GRET/A.C.C.T., Dossier n°11 "Le point sur ...", xii + 226p.
- VINCKE, P.P. et G. SOURNIA - 1989 - The tree and the forest, but also ... *African Environment*, 23 - 24, Vol. VI (3-4) : 129 - 134
- WAGENAAR, K.T. et N. DE RIDDER - 1986 - *Estimate of biomass production and distribution in I.L.P. zone in 1985 based on satellite N.D.V.I. values*. Addis-Abeba, ILCA, Working doc.
- WAKE, N.L. - 1978 - *Leucaena, a promising small holder crop with export potential for coastal Kenya*. Nairobi, Industrial Survey and Promo. Centre, 13p.
- WALGATE, R. - 1990 - *Miracle or menace ? Biotechnology and the Third World*. Londres, Institut Panos, 199p.
- WALKER, B.H. - 1980 - Les ligneux fourragers en Afrique australe. In LE HOUEROU, H.N. (ed.), *Les fourrages ligneux en Afrique : état actuel des connaissances* : 7 - 23. CIPEA, Addis Abeba (Ethiopie).
- WALKER, B.H. et J.C. MENAUT (eds) - 1988 - *Research procedure and experimental design for savanna ecology and management*. Paris, UNESCO/I.U.B.S./R.S.S.D., Responses of savannas to stress and disturbance, Publ. n°1, iii + 120p.
- WALKER, B.H. et I. NOY-MEIR - 1982 - Aspects of the stability and resilience of savannas ecosystems. In HUNTLEY, B. et B.H. WALKER (ed.), *Ecology of tropical savannas* : 556 - 590. Springer Verlag, Berlin (Allemagne)
- WALKER, J., R.M. MOORE et J.A. ROBERTSON - 1972 - Herbage response to tree and shrub thinning in *Eucalyptus populnea* woodlands. *Austral. J. of Agric. Res.*, 23 : 405 - 410
- WALTER, H. - 1964 - *Die Vegetation des Erde. I. Die tropischen und subtropischen Zonen*. Iena, G. Fisher
- WALTER, H. - 1971 - *Ecology of tropical and subtropical vegetation*. Edinburgh (Ecosse, G.B.), Oliver and Boyd, 539p.
- WANDERA, F.P., B.H. DZOWELA et M.K. KARACHI - 1989 - *Evaluation of multipurpose browse species for forage yield in the semi-arid areas of Eastern Kenya*. Paper in "Pasture network for East and South Africa workshop on *Sesbania*", Kisumu (Kenya), 28-30 Aug. 1989, 20p.
- WAN MANSOR, W.S. et K.H. TAN - 1980 - Viability of sheep rearing under rubber. *Proc. Conf. animal production and health in the tropics, 1980* : 333
- WAN MOHAMED, W.E. - 1977 - Utilization of ground vegetation in rubber plantation for animal rearing. *Proc. Rubber Res. Inst. Malaysia Planters' Conf., Kuala Lumpur, 1977* : 265 - 281.
- WAN MOHAMED, W.E. et M.Z. AHMAD HAMIDY - 1983 - Performance of Dorset Horn Crossbreds under rubber. *Proc. Rubber Res. Inst. Malaysia Planters' Conf., Kuala Lumpur, 1983* : 235
- WARDLE, D.A. - 1987 - Allelopathy in the New Zealand grassland/pasture ecosystem. *New Zealand J. of exper. agric.*, 15 : 243 - 255

- WASHINGTON, W.M. et G.A. MEEHL - 1984 - Seasonal cycle experiment on the climate sensitivity due to a doubling of CO² with an atmospheric general circulation model coupled to a simple mixed-layer ocean model. *J. Geophys. Res.*, 89 : 9475 - 9505
- WEAVER, J.E. et F.E. CLEMENTS - 1938 - *Plant ecology*. New York, McGraw - Hill, 601p.
- WEBSTER - 1977 - *Websters New Collegiate Dictionary*. Massachussets (U.S.A.). G. and C. Merriam Co., 1535 p.
- WECK, J. - 1966 - *Dictionary of forestry in five languages*. Amsterdam (Netherl.), Elsevier, xxvi + 573 p.
- WELCH, B.L., E.D. McARTHUR et J.N. DAVIS - 1981 - Differential preference of wintering mule deer for accessions of big sagebrush and for black sagebrush. *J.R.M.*, 34 : 409 - 411
- WELCH, B.L., E.D. McARTHUR et R.L. RODRIGUEZ - 1987 - Variation in utilization of big sagebrush accessions by wintering sheep. *J.R.M.*, 40 : 113 - 115
- WESTERN, D. - 1974 - *The environment and ecology of pastoralists in arid savannas*. Paper read at the S.S.R.C. Symp. on the future of traditional "primitive" societies. Cambridge (U.K.)
- WHITEMAN, P.C. - 1980 - *Tropical pasture science*. Oxford, Univ. Press. Sc. publ., 392 p.
- WIART, J. - 1983 - *Ecosystème villageois traditionnel en Himalaya népalais : la production forestière suffit-elle aux besoins de la population ?* Grenoble (France), Univ. sc. et méd., Thèse 3ème cycle, Ecologie, 367p.
- WICKENS, G.E. - 1968 - *Acacia albida* Del. - a general survey (with special reference to observations made in the U.N.S.F. Jebel Marra Project). In Hunting Technical Services Ltd., *Land and water resources survey of the Jebel Marra area, Republic of the Sudan : Reconnaissance vegetation survey, appendix IV*. Report prepared for F.A.O.
- WIERSUM, K.F. - 1982 - Tree gardening and taungya in Java : examples of agroforestry techniques in the humid tropics. *Agroforestry Systems*, 1 : 53 - 70
- WIERSUM, K.F. (ed.) - 1988 (2d, renewed edition) - *Viewpoints on agroforestry*. Wageningen (Netherlands), Agric. Univ., "Hinkeloord", (ii) + 256p.
- WILSON, A.D. - 1977 - The digestibility and voluntary intake of the leaves of trees and shrubs by sheep and goats. *Austral. J. Agric. Res.*, 58 : 501 - 508
- WILSON, T. - 1983 - *The camel*. New York, Longman, 223p.
- WINROCK INTERNATIONAL - 1978 - *The role of ruminants in support of man*. Morrilton (Arkansas, U.S.A.), Winrock International Livestock Research and Training Center, 136p.
- W.R.I. - 1990 - *World Resources. A guide to the global environment*. Oxford, Oxford University Press, xiv + 383p. pour le "World Resource Institute"
- WYLIE, B., J. HARRINGTON, R. PIEPER, A. MAMAN et I. DENDA - 1988 - 1987 *Pasture assessment early warning system*. Integrated Livestock Prod. Project, Govt of Niger/Tufts Univ./J.S.-AID/New Mexico State Univ.
- WYLIE, B., R. SENOCK, L. SYNDER, B. ROETTGEN et B. PORTER - 1983 - *Range research and results*. Niamey, U.S.-AID, NRL preliminary report
- YADAV, J.S.P. et R.R. AGARWAL - 1961 - A comparative study of effectiveness of gypsum and "dhaincha" in the reclamation of saline-alkali soils. *J. Indian Soc. Soil Sc.*, 9 : 151 - 156
- YAGIL, R. - 1985 - *The desert camel : comparative physiological adaptation*. Bâle/New York, Karger, Comparative Animal Nutrition 5, x + 163p.
- YAGIL, R. et E. ZIPORA - 1988 - Survival and production in the desert camel. In WHITEHEAD, E.E., C.F. HUTCHINSON, B.N. TIMMERMANN et R.G. VARADY (ed.), *Arid Lands Today and Tomorrow* : 373 - 379. Westview Press, Boulder (USA).
- YOUNG, A. - 1989 - *Agroforestry for soil conservation*. Nairobi/Wallingford (U.K.), ICRAF/CABI, Science and practice of agroforestry n°4, vii + 276p.
- YOUNG, A., R.J. CHEATLE et P. MURAYA - 1987 - *The potential of agroforestry for soil conservation. Part III. Soil changes under agroforestry (SCUAF) : a predictive model*. Nairobi, ICRAF Working Paper 44, 89p.
- ZANDSTRA - 1981 - *I.D.R.C. Project Summary : Alley Cropping (Nigeria)*. Ottawa, I.D.R.C., Project 3-P-81-0028
- ZARGER, T.G. et J.A. LUTZ, Jr - 1961 - *Effect of improved thornless honeylocust shade trees on pasture development*. Tennessee Valley Authority (E.U.A.), Div. of forestry relations, Techn. note 34, 6p. + 6 tab.
- ZELADA, G.L. - 1986 - The influence of the productivity of *Prosopis Tamarugo* on livestock production in the Pampa del Tamarugal, a review. *For. Ecol. Managt.*, 16 : 15 - 31
- ZENTILLI, B. - 1989 - Comm. à l'atelier "Problems facing forestry and forest management. Lectures to the 4th international awareness workshop to keys of some English-speaking African countries" Nairobi, UNEP
- ZEVEN, A.C. et J.M.J. DE WET - 1982 - (2e éd.) - *Dictionary of cultivated plants and their regions of diversity, excluding most ornamentals, forest trees and lower plants*. Wageningen (Pays-Bas), Centre for agric. publishing and doc. (PUDOC), 263 p.
- ZWEIG, R.D. - 1985 - Freshwater aquaculture in China : ecosystem management for survival. *Ambio*, 14 (2) : 66 - 74

Réalisation
Olivier Guyaux Communication s.a.
Rue des Bollandistes, 23 - B-1040 Bruxelles

Cet ouvrage a été composé par publication assistée par ordinateur

Imprimé sur les presses de l'imprimerie
Van Ruys - Bruxelles