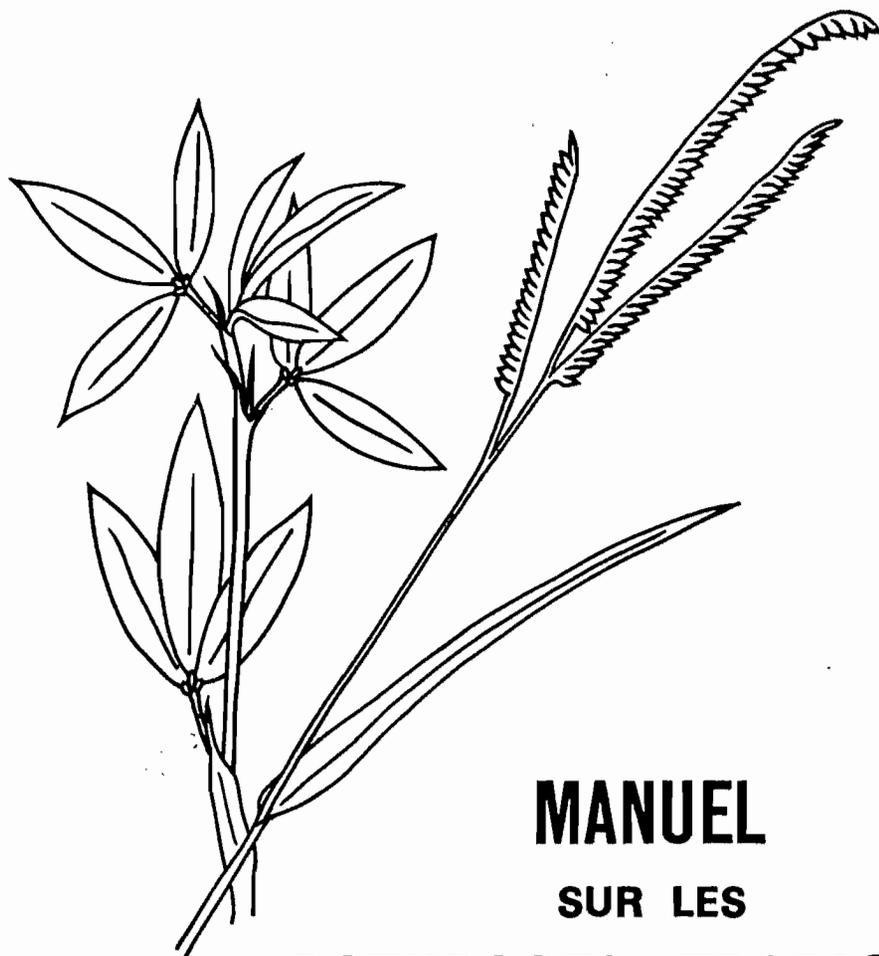


REPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION



MANUEL
SUR LES
PATURAGES TROPICAUX
ET LES
CULTURES FOURRAGERES

INSTITUT D'ÉLEVAGE ET DE MÉDECINE VÉTÉRINAIRE DES PAYS TROPICAUX

**MANUEL SUR LES PATURAGES TROPICAUX
ET LES CULTURES FOURRAGÈRES**

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA COOPÉRATION

Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire
des Pays Tropicaux

MANUELS ET PRÉCIS D'ÉLEVAGE

Collection dirigée par

J. PAGOT

Vétérinaire Inspecteur général

4

**MANUEL SUR LES PATURAGES
TROPICAUX
ET LES CULTURES FOURRAGÈRES**

(2^e édition)

G. BOUDET

Directeur de Recherches
ORSTOM

1975

Cet ouvrage est le quatrième de la série « Manuels et Précis d'Élevage » réalisée par l'Institut d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, 10, rue Pierre-Curie à Maisons-Alfort, publiée par le Ministère de la Coopération, et qui comprend :

- 1 — Manuel d'hygiène du bétail et prophylaxie des maladies contagieuses en zone tropicale (2^e édition) ;
- 2 — Précis du petit élevage ;
- 3 — Manuel de construction des bâtiments pour l'élevage en zone tropicale (2^e édition) ;
- 4 — Manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères (2^e édition) ;
- 5 — Manuel vétérinaire des agents techniques de l'élevage tropical ;
- 6 — Manuel des agents du conditionnement des cuirs et peaux en zone tropicale (2^e édition) ;
- 7 — Précis d'élevage du porc en zone tropicale ;
- 8 — Manuel des agents d'inspection des aliments d'origine animale ;
- 9 — Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical (à paraître).

Tous droit d'adaptation, de traduction et de reproduction par tous procédés, y compris la photocopie et le microfilm, réservés pour tous pays.

© Editions du Ministère de la Coopération, 1975.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

PREMIÈRE PARTIE

LE MILIEU INTERTROPICAL

CHAPITRE I. — LES FACTEURS CLIMATIQUES	19
Régime des pluies.....	19
Climats intertropicaux	20
Notion de saison humide et de période active des pâturages.....	23
Variations interannuelles de la pluviosité	31
CHAPITRE II. — LES FACTEURS ÉDAPHIQUES	37
Géologie de l'Afrique intertropicale	37
Ressources en eau profonde.....	39
Sols de l'Afrique intertropicale	39

DEUXIÈME PARTIE

MÉTHODOLOGIE APPLICABLE AUX ÉTUDES DE PATURAGES

CHAPITRE I. — DÉFINITION DES PATURAGES	47
Description d'un pâturage	47
Le tapis graminéen intertropical	47
Types physiologiques de la végétation	49
Structure des formations herbeuses	53
Phytosociologie appliquée aux pâturages tropicaux.....	55
Dynamisme des pâturages	64
Productivité d'un pâturage	66
Techniques d'estimation de la production herbacée.....	67
Exemples d'estimation de productivité de pâturages.....	68
CHAPITRE II. — VALEUR FOURRAGÈRE D'UN PATURAGE	71
Appétibilité des plantes	71
Plantes toxiques	74

Valeur fourragère des plantes consommées	75
Valeur fourragère du fourrage et besoins du bétail	77
Exemples d'estimation de valeur fourragère	81
Teneur en éléments minéraux des plantes consommées	84
Techniques de prélèvements d'échantillons	89
CHAPITRE III. — ÉLABORATION DU MODÈLE D'EXPLOITATION	93
Capacité de charge d'un pâturage	93
Conduite de l'exploitation du pâturage	97
CHAPITRE IV. — ÉTABLISSEMENT DE DOCUMENTS DE VULGARISATION — CARTOGRAPHIE.....	99
Délimitation des types de pâtures	100
Exploitation des photos aériennes	100
Figuration des types de pâturages.....	101
Expression des capacités de charge	102

TROISIÈME PARTIE

LES PRINCIPAUX PATURAGES NATURELS TROPICAUX

CHAPITRE I. — LES PATURAGES SAHÉLIENS	107
Caractéristiques du milieu sahélien	107
Définition des pâturages sahéliens	108
Valeur des pâturages.....	115
Productivité des pâturages	117
Dynamisme des pâturages	119
Valeur fourragère des espèces	121
Exploitation des pâturages sahéliens	129
Changements intervenus dans la transhumance traditionnelle.....	130
Possibilités d'évolution du mode d'exploitation.....	131
Mise en valeur rationnelle du terroir	132
Exemple d'aménagement de terroir	132
CHAPITRE II. — LES PATURAGES SOUDANIENS	139
Caractéristiques du milieu soudanien.....	139
Définition des pâturages soudaniens	140
Valeur des pâturages.....	144
Productivité des pâturages	145
Dynamisme des pâturages	146
Valeur fourragère des espèces	147
Exploitation des pâturages soudaniens.....	150
Secteur nord-soudanien.....	150
Secteur sud-soudanien	153
Amélioration de l'exploitation des pâturages sud-soudaniens.....	155

CHAPITRE III. — LES PÂTURAGES GUINÉENS	161
Caractéristiques du milieu guinéen.....	161
Définition des pâturages guinéens	163
Valeur des pâturages guinéens	166
Productivité des pâturages	166
Dynamisme des pâturages	169
Valeur fourragère des espèces	171
Exploitation des pâturages guinéens.....	173
Amélioration de l'exploitation des pâturages guinéens.....	176
Exemples d'exploitation améliorée de pâturages	178

QUATRIÈME PARTIE

INTENSIFICATION DE LA PRODUCTION FOURRAGÈRE

CHAPITRE I. — SATISFACTION DES BESOINS EN FOURRAGES.....	185
Domaine sahélien.....	188
Domaine soudanien	190
Domaine guinéen	195
CHAPITRE II. — BASES AGRONOMIQUES POUR UNE PRODUCTION FOURRAGÈRE INTENSIVE	199
Choix de l'espèce	199
Fertilisation de la culture fourragère	200
Irrigation de la culture fourragère	202
Mise en place des plantes fourragères	204
Production de semences	205
CHAPITRE III. — PRINCIPALES ESPÈCES FOURRAGÈRES TROPICALES CULTIVÉES	207
Graminées	207
Légumineuses	219
CONCLUSION	229
BIBLIOGRAPHIE.....	233
ANNEXES	243
TABLE DES ILLUSTRATIONS	251
TABLE DES PHOTOGRAPHIES.....	253

Les chiffres (..) renvoient à la bibliographie.

PRÉFACE

Le manuel sur les pâturages tropicaux et les cultures fourragères de la collection « Manuels et Précis d'Elevage », publiée par le Ministère de la Coopération, est entièrement remanié dans cette seconde édition. Les connaissances sur les pâturages tropicaux et leur mode d'exploitation se sont améliorées depuis la première édition parue en 1970 et il était indispensable d'en tenir compte, car l'Agrostologie est une science jeune, de sorte que la vérité d'hier n'est pas totalement exacte le lendemain.

Pour justifier l'évolution rapide mais nécessaire de notre savoir en la matière, faisons un bref historique des recherches françaises concernant les pâturages tropicaux.

Alors qu'un assez bref document était publié en 1952 par Havard Duclos (43) sur les pâturages tropicaux et leur exploitation, Curasson publiait, par articles successifs, entre 1953 et 1958, dans la Revue d'Elevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux, une synthèse bibliographique sur les pâturages tropicaux et les aliments du bétail, tous ces articles étant réunis dans un seul volume de 344 pages en 1958 (27).

A la même époque, la F. A. O. publiait « Amélioration des herbages dans le monde » (152) rédigé par A. T. Semple (Etude agricole n° 16, 1956).

Des études régionales de pâturages étaient entreprises en même temps, à Madagascar, où Gillard publiait la carte polychrome des pâturages au 1/1 000 000 de la région de Fianarantsoa (Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1953, 6 (3) : 213-228) et au Sénégal, où Mainguy réalisait en 1954 l'étude générale préliminaire de la station de Dahra.

En effet, des stations d'élevage étaient créées pour des études zootechniques sur les principales races d'animaux domestiques, mais également pour une meilleure connaissance des pâturages et de leurs possibilités d'exploitation :

- station de Filingué, créée dès 1936, puis transférée sur les 4 600 ha de Toukounous, en région sahélienne du Niger ;
- station de Dahra, créée en 1951, sur 6 800 ha, au sud de la zone sahélienne du Sénégal ;
- station de Bamako-Sotuba, créée en 1950 sur 1 000 ha, en zone soudanienne au Mali ;
- station fourragère de Ngaoundéré-Wakwa, créée en 1956 sur 550 ha de pâturages d'altitude au Cameroun ;

- station de Bouaké-Minankro, créée en 1943, puis aménagée en centre de recherches en 1955 sur environ 400 ha du secteur pré-forestier de Côte-d'Ivoire ;
- centre de recherches de Kianjasoa, créé en 1952 sur 6 000 ha des plateaux malgaches et la station de Miadana, créée en 1956 sur 4 000 ha de savanes de l'ouest malgache.

Cette infrastructure englobant les principales zones écologiques facilitait le développement cohérent d'un programme de recherches sur les pâturages tropicaux, couronné par des publications sur la méthodologie, telles que celles de Mainguy (53) en 1958 « les herbages tropicaux ; revue synoptique des principes et méthodes d'étude » et des travaux de synthèse, comme celui de Pagot et ses collaborateurs (105), publié en 1959 pour la station de Sotuba « étude des pâturages tropicaux de la zone soudanienne ».

En 1961, la création d'un service d'agrostologie à l'I. E. M. V. T. et d'une section de photo-interprétation et cartographie, en 1963, donne un nouvel essor à l'étude des pâturages tropicaux, par adjonction aux travaux en centres de recherches, de travaux de terrain s'insérant très souvent dans les études régionales pluridisciplinaires. Ces activités portant sur toutes les régions écologiques intertropicales fournissent de nombreuses informations permettant des publications de synthèse et de méthodologie sur les pâturages, leur valeur, les techniques d'étude et de cartographie, en 1963 (17) et 1968 (18), ainsi qu'un cours polycopié à usage interne, par J. Koechlin, en 1963, et la première édition du manuel sur les pâturages tropicaux et cultures fourragères en 1970.

Près de 5 ans plus tard, la poursuite des recherches aux centres de Dahra, Bouaké-Minankro, Wakwa, Kianjasoa et Miadana a donné lieu à de nombreuses publications et les recherches de terrain ont abouti à des rapports et des cartes de pâturages. Ces travaux, qui représentaient 32 rapports et cartes en 1970, constituent, en 1974, un ensemble de 64 rapports avec 57 cartes de pâturages à diverses échelles. Ceci recouvre près de 1 400 000 km², dont plus d'un million en Afrique intertropicale, avec 150 000 km² en Ethiopie méridionale et près de 900 000 km² en Afrique centrale et occidentale francophone :

Superficies (km ²) / Domaines	Extension des domaines	Cartographie par l'I. E. M. V. T.			
		grande échelle (1/10 à 1/50 000)	échelle moyenne 1/100 000 ; 1/200 000	petite échelle (1/400 à 1/1 000 000)	Surfaces carto- graphiées
Sahélien	2 000 000	2 240	125 320	631 620	759 180
Soudanien	1 766 000	1 240	72 415	36 000	109 655
Guinéen	661 000	3 130	11 000	—	14 130
Totaux	4 427 000	6 610	208 735	667 620	882 965

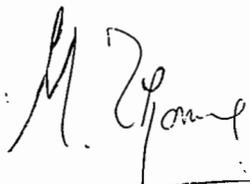
Parallèlement, des documents de synthèses bibliographiques étaient publiés sur *Stylosanthes gracilis* (119), les plantes fourragères cultivées (153) et les plantes toxiques pour le bétail (33).

C'est pourquoi l'auteur a jugé nécessaire de revoir entièrement cet ouvrage en insistant particulièrement sur quelques aspects fondamentaux :

- connaissances du milieu physique, relations végétation-milieu et estimation de la période active des pâturages ;
- méthodologie applicable aux études de pâturages, à leur description, à leur cartographie, à l'estimation de leur productivité, de leur valeur fourragère et de leur capacité de charge, en insistant sur la notion de dynamisme du pâturage, de son étude puis des techniques utilisables pour le maintien et, si possible, l'accroissement de la production potentielle ;
- conduite de l'exploitation des pâturages en adaptant les principes et les techniques aux diverses situations du monde tropical, allant des régions arides et semi-arides aux régions chaudes et humides ;
- intensification de la production fourragère, ses principes et ses contraintes, telles que la production de semences, les résultats déjà acquis ainsi que les performances obtenues avec les principales espèces fourragères cultivées appartenant aux grandes familles des graminées et des légumineuses.

La deuxième édition de ce manuel devrait constituer un document de base précieux pour les techniciens de l'élevage en leur apportant des informations et des modèles d'intervention dans le domaine des pâturages tropicaux, domaine trop souvent délaissé parce que peu connu et réagissant aux traitements qui lui sont appliqués, souvent avec brusquerie et parfois dans un sens opposé aux effets attendus.

Cet ouvrage devrait pouvoir éclairer les jeunes lecteurs, les jeunes diplômés africains comme les jeunes assistants techniques dont les solides connaissances acquises sur l'agriculture et l'élevage des pays industrialisés nécessitent parfois des adaptations pour résoudre les problèmes rencontrés dans les pays en voie de développement.



M. THOME

Docteur vétérinaire inspecteur général.
Directeur général de l'I. E. M. V. T.

INTRODUCTION

Dans les pays tempérés, les pâturages sont, dans leur presque totalité, une création humaine, voulue et entretenue par l'éleveur.

La prairie naturelle tempérée n'est constituée que d'une strate herbacée floristiquement pauvre et une prairie comprenant un quart de légumineuses et trois quarts de graminées est considérée comme la plus favorable à l'alimentation des bovins. Aussi, l'éleveur intervient-il, aussi souvent que nécessaire, pour perpétuer l'équilibre souhaité et obtenir la production la plus régulière possible, qualitativement et quantitativement tout au long de l'année.

En zone intertropicale, délimitée par le tropique du Cancer au Nord et le tropique du Capricorne au Sud, climat et végétation varient à l'extrême ainsi que les pâturages qui en sont l'un des reflets. Constitués par l'espace rural à l'exception de la forêt dense et des cultures en place, ils sont soumis à une exploitation primitive, sous forme de cueillette, des ressources produites par une végétation naturelle à des stades évolutifs très variés. Herbivores domestiques et sauvages s'y rencontrent habituellement profitant d'un libre-service commun. Leurs besoins alimentaires peuvent les mettre en concurrence, mais généralement leurs préférences spécifiques en font des convives complémentaires consommant chacun leurs aliments préférés.

La variété des aliments offerts est très importante dans les pâturages tropicaux. Les divers herbivores peuvent préférer certaines espèces ou même certains organes. Cette attirance peut évoluer avec les saisons, mais aussi avec les divers types de pâturages fréquentés, dont la composition floristique particulière peut alors modifier l'ordre de préférence des espèces considérées.

Certaines espèces peuvent être totalement délaissées par les herbivores et les possibilités d'expansion qui leur sont offertes peuvent en faire des pestes envahissantes, dévaluant le pâturage. Ainsi, la consommation préférentielle des graminées favorise les espèces ligneuses, perturbant l'équilibre entre les strates ligneuses et herbacées.

Enfin, l'espace pâturable concédé traditionnellement aux éleveurs se rétrécit d'année en année, soit par l'extension des cultures, conséquence de la pression démographique, soit du fait des aléas climatiques qui limitent brutalement les possibilités locales. L'élevage, avec utilisation extensive des pâturages naturels, est donc nécessairement

condamné à faire place, à long terme, à un élevage plus intensif dès que le milieu s'y prête et que les conditions socio-économiques le permettent.

Les pâturages tropicaux se présentent donc sous une grande diversité due aux multiples climats intertropicaux et aux conséquences des actions de l'homme sur le monde végétal qui l'entoure.

L'espace pâturable offre des possibilités qui résultent de l'interaction des facteurs du milieu ; mais il doit faire place, de plus en plus, aux terres cultivées et les besoins du bétail devront être satisfaits par une intensification de la production fourragère.

C'est pourquoi, dans la deuxième édition de cet ouvrage, dont la portée est limitée au continent africain et à Madagascar, seront traités, successivement :

- I. — Le milieu intertropical et ses principaux facteurs : climat, géologie, sols.
- II. — La méthodologie applicable aux études de pâturages.
- III. — Les principaux pâturages naturels tropicaux : description, capacité de charge, techniques d'aménagement.
- IV. — L'intensification de la production fourragère.

PREMIÈRE PARTIE

LE MILIEU INTERTROPICAL

Le milieu intertropical est constitué par un ensemble de facteurs variables dont les plus importants sont, pour les pâturages et leur évolution :

- les facteurs climatiques,
- les facteurs édaphiques :
 - géologie
 - pédologie.

Les facteurs humains et socio-économiques présentent des aspects très divers entre les tropiques. Ils seront abordés au moment de la description des techniques traditionnelles d'exploitation des pâturages.

CHAPITRE I

LES FACTEURS CLIMATIQUES

Le climat a une influence prépondérante sur la vie des plantes, tant par la pluviosité que par la température.

Le cycle de végétation des plantes est subordonné à des conditions de température et d'humidité qui vont définir la nature et les possibilités des pâturages en fonction des divers types de répartition des saisons.

Vont donc intervenir, pour diversifier les pâturages :

- le régime des pluies et les divers types de climats qui en résultent ;
- la longueur de la saison humide qui détermine la période active des pâturages ;
- les variations interannuelles de la pluviosité.

Régime des pluies

En région intertropicale et particulièrement en Afrique, les pluies coïncident avec le passage du soleil au zénith. La zone dépressionnaire qui l'accompagne déplace les alizés, vents dominants des régions tropicales.

Ceux qui passent au-dessus des océans sont chargés en humidité et ils viennent heurter ceux qui soufflent à travers le continent et qui sont secs. Le lieu de rencontre entre les vents secs et humides est appelé FIT ou Front Intertropical et il suit grossièrement le déplacement apparent du soleil au zénith. Le début de la saison des pluies en un lieu coïncide sensiblement avec l'arrivée du FIT en provenance des régions côtières et la fin des pluies, à son retour vers la côte. La saison des pluies est donc de courte durée au voisinage des tropiques et suit de près le solstice d'été au tropique du Cancer et le solstice d'hiver au tropique du Capricorne. Simultanément, une petite saison sèche apparaît à proximité de l'équateur et dans le même hémisphère, généralement localisée entre les latitudes 3° et 8°.

Ce schéma général est perturbé à l'échelle du continent africain,

par la masse continentale, les régions d'altitude, les vents extratropicaux, les courants marins et la configuration des côtes.

Le continent africain, surchauffé, détourne le cours normal des alizés, créant des vents de mousson venant du sud-ouest en Afrique de l'Ouest et provoquant une pluviosité élevée le long des côtes perpendiculaires au vent (Guinée, Casamance), mais faible près des côtes qui lui sont parallèles (Dahomey).

Les régions montagneuses (Fouta-Djalon, Cameroun, Adamoua) vont bénéficier d'une pluviosité plus élevée et d'une température plus modérée.

Le courant marin froid de Benguélé, qui longe la côte, du Cap vers le golfe de Guinée, diminue la nébulosité et réduit la pluviosité jusqu'à l'embouchure du Congo.

A l'est de l'Afrique, les alizés humides ont un effet normal à Madagascar où la côte orientale subit une forte pluviosité, alors que la côte nord-est de l'Afrique intertropicale est sèche, car le continent asiatique aspire les alizés humides en été (mousson de l'Inde) et, en hiver, repousse les alizés par des vents froids et secs jusqu'au-delà de l'équateur. Il en résulte un climat sec dans la pointe Est de l'Afrique et un climat semi-humide sur la côte du Kenya, alors que le climat équatorial se trouve relégué dans la région du lac Victoria.

Climats intertropicaux

Aubreville, en 1949 (1) établit une carte des climats intertropicaux basée sur l'importance de la saison des pluies et les températures moyennes (carte 1).

Type 1. — Climats équatoriaux et tropicaux humides (guinéen forestier)

Ils s'étendent de la Guinée au Zaïre.

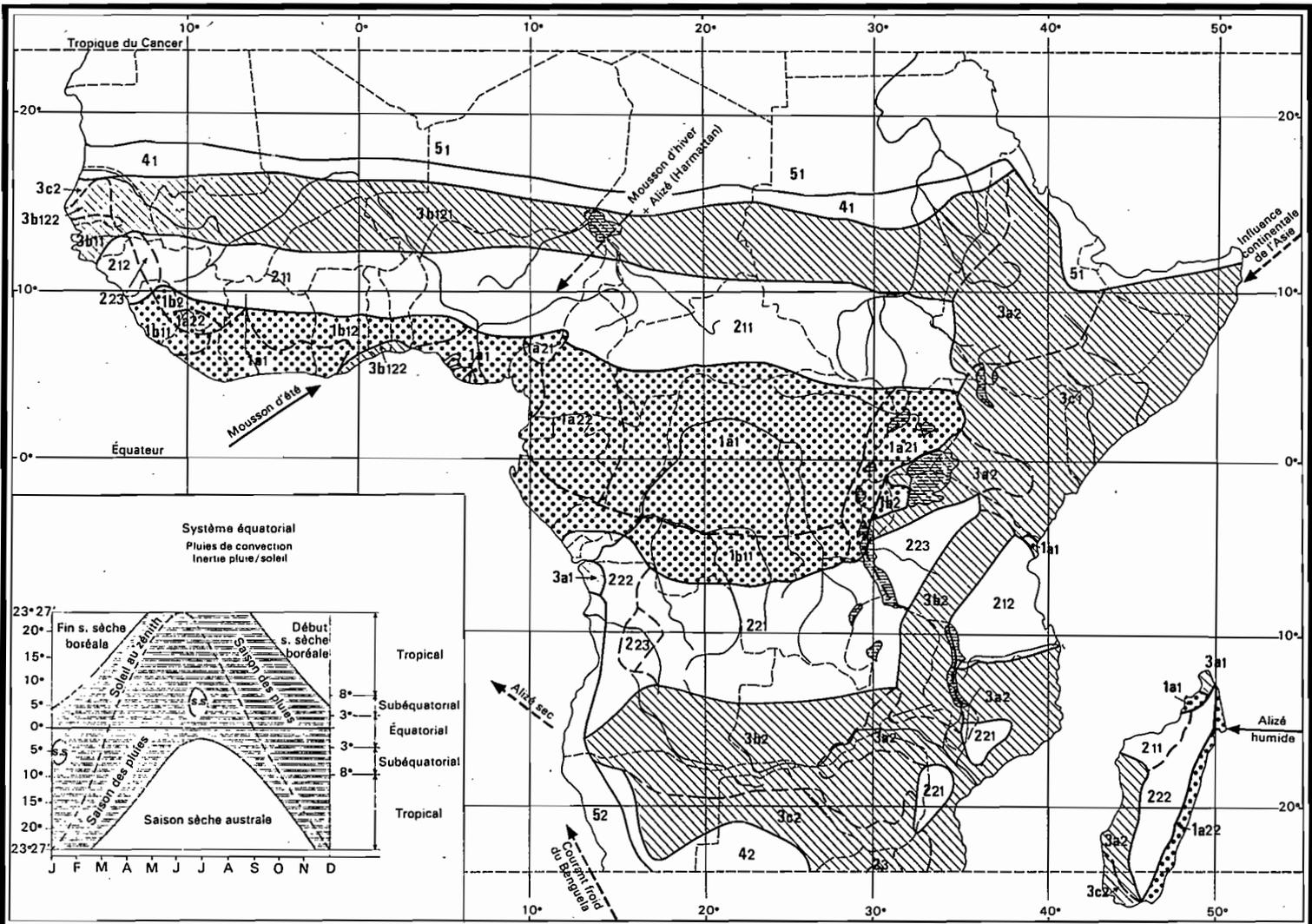
Ils reçoivent plus d'un mètre de pluie dans l'année et les mois « secs » recevant moins de 30 mm de pluie sont rares.

Le sous-type 1a ne présente pas plus de 2 mois « secs »

1a₁ — Climat guinéen forestier à température moyenne mensuelle toujours supérieure à 22 °C (basse Côte-d'Ivoire, Sud Nigeria et cuvette congolaise).

1a₂ — climat humide d'altitude, présentant une saison fraîche pendant laquelle la température moyenne mensuelle minimale est comprise entre 16 °C et 21 °C (Fouta-Djalon, Mont Cameroun et Adamaoua, région des grands lacs, Est de Madagascar).

CARTE DES CLIMATS INTERTROPICAUX



Carte 1.

Le sous-type 1b présente 3 mois « secs »

soit avec une seule saison sèche (congolais 1b₁₁) : Sierra Leone, Gabon ;

soit avec deux saisons sèches (dahoméen 1b₁₂) : moyenne Côte d'Ivoire et Ghana ;

soit avec une saison fraîche (1b₂) : Fouta-Djalou, Ouganda, Ruanda.

Type 2. — Climats tropicaux semi-humides (soudano-guinéen)

Ils s'étirent de part et d'autre des précédents, de la Guinée portugaise au Soudan et de l'Angola à la Tanzanie. Les pluies s'étendent sur environ 6 mois avec une pluviosité moyenne de 900 à 1 100 mm, bien que certains secteurs de la Côte atlantique reçoivent 4 000 mm de pluie.

Le sous-type 2₁ de l'hémisphère boréal n'a pas de saison fraîche et le déficit de saturation est élevé dans la partie continentale (2₁₁) et plus faible près de la côte (2₁₂).

Il se retrouve sur la côte nord-ouest de Madagascar.

Le sous-type 2₂ de l'hémisphère austral présente une saison fraîche et se retrouve au Fouta-Djalou et sur les hauts plateaux malgaches. Il peut présenter en Tanzanie une saison froide, subtempérée, d'altitude avec des températures moyennes mensuelles minimales comprises entre 10 °C et 15 °C (2₂₃).

Type 3. — Climats tropicaux secs (sahélo-soudanais)

Ils s'étirent au-delà des tropiques et se rejoignent par l'Afrique de l'Est. Les pluies s'étendent sur 4 à 6 mois, mais elles peuvent se scinder en deux saisons séparées en Afrique de l'Est.

La pluviosité annuelle peut varier de 400 à 1 200 mm.

Le sous-type 3a présente 4 à 5 mois « secs », recevant moins de 30 mm de pluie : Ethiopie Ouest, Madagascar Ouest et Nord.

Le sous-type 3b présente 6 à 8 mois « secs » et plus de 2 mois avec plus de 100 mm de pluie.

La pluviosité est faible dans la partie continentale (3b₁₂) et forte en zone côtière (3b₁₁). Une saison fraîche se fait sentir dans l'hémisphère austral (3b₂) : Zambie et Malawi.

Le sous-type 3c présente 6 à 8 mois « secs » avec moins de 2 mois recevant plus de 100 mm de pluie : Sénégal ouest, Somalie, Rhodésie, Sud-Ouest malgache.

Type 4. — Climats subdésertiques

Ils s'étirent sur une mince bande au sud du tropique du Cancer et se retrouvent en Rhodésie.

Les pluies s'étendent sur 2 à 3 mois avec une pluviosité de 200 à 400 mm et une saison fraîche se fait sentir en pleine période sèche.

Type 5. — Climats désertiques

Ils s'étendent au sud du tropique du Cancer, vers le 20^e parallèle, se poursuivent le long de la mer rouge et se retrouvent sur la côte angolane.

Les pluies sont inférieures à 200 mm et réparties sur 1 à 2 mois et la grande saison sèche présente une période fraîche.

Notion de saison humide et de période active des pâturages*

Pour vivre et se développer, les plantes nécessitent une température et une humidité satisfaisantes. La période active des végétaux s'étend sur les mois dont la température moyenne est supérieure à 10 °C et généralement, en région intertropicale, la température n'est pas un facteur limitant.

Seule la période sèche y stoppe l'activité des plantes. Il est utile de délimiter cette période d'arrêt de la végétation ou, à l'inverse, de préciser la durée de la période active des pâturages, par calcul du **bilan hydrique** qui estime la quantité d'eau disponible au niveau des racines, pour le couvert végétal.

Le bilan hydrique réel tient compte des caractéristiques climatiques locales de pluviosité et d'évapotranspiration des végétaux, ainsi que des caractéristiques hydriques des sols, profondeur et relief compris. L'évapotranspiration réelle (ET_r) exprimée en mm d'eau, par jour ou par mois, correspond à la quantité d'eau puisée dans le sol et rejetée dans l'atmosphère par évaporation, phénomène physique et par transpiration des plantes, phénomène physiologique. L'évapotranspiration réelle peut être mesurée expérimentalement mais, le plus souvent, l'on estime, par calcul, une valeur théorique d'évapotranspiration, appelée évapotranspiration potentielle (ET_p).

Grâce à cela, il est possible de déterminer par période (mois ou décade) un bilan hydrique théorique régional (pluie, évapotranspiration potentielle) exprimé en millimètres d'eau, mais où les caractéristiques du sol n'interviennent pas.

* Nous remercions Franquin P., bioclimatologue de l'ORSTOM, pour les nombreuses données concernant l'évapotranspiration et le coefficient de variation de pluviosité qu'il a bien voulu nous communiquer.

Ceci peut figurer sur papier millimétré dans un diagramme de **bilan hydrique** (fig. 1), où l'année se trouve subdivisée avec :

- la saison humide (B_1 - B_2) qui comprend toute la période pendant laquelle la pluviosité est supérieure à l'évapotranspiration potentielle ;

- la période subhumide qui comprend les deux phases (A_2 - B_1) et (B_2 - B'_2) pendant lesquelles la pluviosité est supérieure à la moitié de l'évapotranspiration potentielle ;

- le point C_2 est la limite de la période post-humide (B_2 - C_2), correspondant à l'épuisement des réserves en eau du sol ;

- la saison pluvieuse (A_1 - C_1) s'étend du début à la fin des pluies.

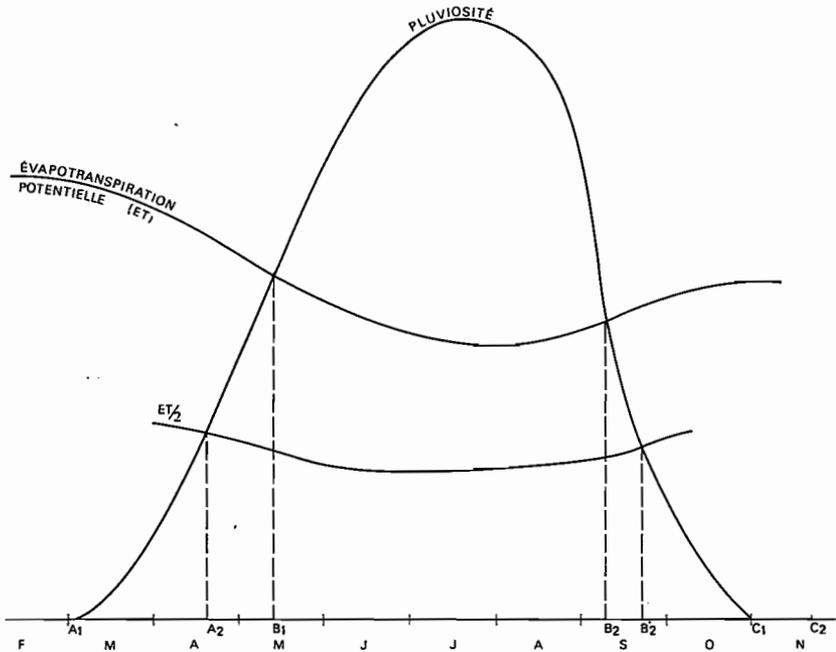


Fig. 1. — Diagramme du bilan hydrique (principe).

A_1 : début des pluies. A_2 : début de la **période intermédiaire**, date à laquelle la pluviosité est égale à la moitié de l'évapotranspiration potentielle. B_1 : fin de la **période intermédiaire**, début de la **période humide**. B_2 : fin de la **période humide**. C_1 : fin des pluies. C_2 : épuisement des réserves en eau du sol.

La période active de végétation des graminées annuelles et de la plupart des pâturages s'étend pratiquement des événements A_2 à B'_2 , pendant les périodes humide et subhumide, alors que les graminées vivaces démarrent leur cycle végétatif un peu plus tôt et le prolongent un peu plus tard. Cette période active correspond à la période pendant laquelle la pluviosité mensuelle est supérieure à la moitié

de l'évapotranspiration potentielle (ET) ; cette valeur est obtenue en utilisant la formule de Penman (11) où interviennent de nombreuses mesures : rapport entre la lumière reçue par un couvert graminéen et celle qui est diffusée (albedo), rayonnement solaire, durée d'insolation, humidité de l'air, vitesse du vent, etc.

Ces valeurs ne sont pas toujours connues et il est alors impossible de construire le diagramme du bilan hydrique.

Euverte, en 1967 (6) a proposé un « **abaque hydrothermique** » basé sur le fait que les besoins en eau des plantes suivent une progression exponentielle selon une fonction ax , telle que les besoins en eau doublent quand la température moyenne mensuelle augmente de 6 °C. Ces besoins en eau sont liés à l'évaporation de l'eau du sol et à la transpiration des plantes. L'évapotranspiration mensuelle qui en résulte est de 70 mm pour une température moyenne de 20 °C et de 140 mm pour une température de 26 °C.

Pour construire l'abaque hydrothermique, il suffit donc de tracer la courbe des pluies mensuelles sur un papier à échelle logarithmique et la courbe des températures selon une échelle arithmétique que l'on établit avec correspondance des valeurs :

14 °C et 35 mm de pluie
20 °C et 70 mm de pluie
26 °C et 140 mm de pluie.

La période active des pâturages coïncide alors avec celle où la courbe de pluviosité est supérieure à celle des températures moins 6 °C (T-6), une baisse de 6 °C équivalant à une chute hydrique de moitié.

En 1953, Bagnouls et Gausson (2) avaient déjà cherché à définir une saison sèche par un **diagramme pluviométrique** basé sur la convention qu'un mois est « sec » quand les précipitations exprimées en millimètres sont égales ou inférieures au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degrés centigrades. En conséquence, ce diagramme est construit sur papier millimétré, l'échelle des températures étant le double de l'échelle des précipitations.

A l'exception des climats équatoriaux, le diagramme pluviométrique tend à définir une période active surévaluée et seul l'abaque hydrothermique mérite d'être utilisé lorsque l'évapotranspiration potentielle ne peut être calculée.

A l'aide des données climatologiques du tableau 1, un certain nombre de diagrammes pluviométriques et de bilan hydrique ont pu être établis, ainsi que des abaques hydrothermiques, afin de caractériser les divers climats intertropicaux (tabl. 2 et fig. 2 à 6).

Sous climat équatorial, guinéen forestier (Abidjan, fig. 2), il existe deux saisons humides séparées par une période subhumide en août. La petite saison sèche de janvier est habituellement négligeable car elle est compensée par les réserves en eau du sol, accumulées précédemment, et la période active ne présente pratiquement pas d'interruption.

TABLEAU 1. — Données climatologiques

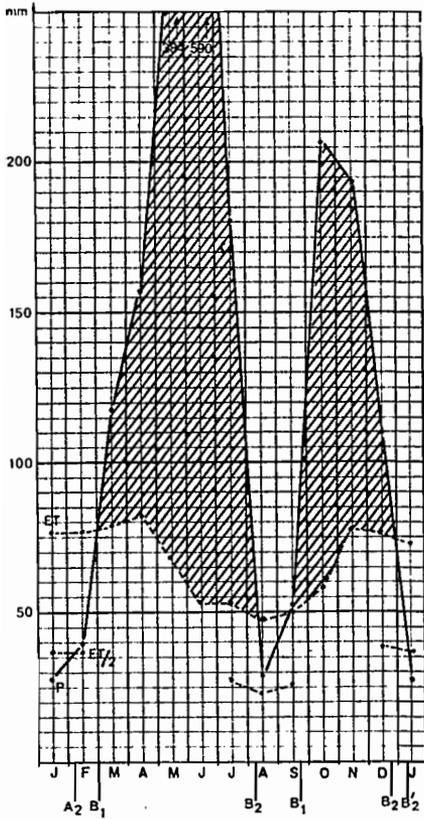
Station Pays Latitude Longitude Altitude	Abidjan Côte-d'Ivoire 5° 15' N 3° 56' W 7 m			Koundia Cameroun 5° 37' N 10° 45' E 1 217 m			Ngaoundéré Cameroun 7° 17' N 13° 19' E 1 119 m			Jos Nigeria 9° 52' N 8° 54' E 1 285 m			Brazzaville Congo 4° 15' S 15° 15' E 314 m		Bouaké Côte-d'Ivoire 7° 41' N 5° 2' W 376 m		
	mois	P	ET	T°	P	ET	T°	P	ET	T°	P	ET	T°	P	T°	P	ET
1. J	28	73	26,9	1	147	22,7	5	175	21,7	3	180	20,6	147	25,5	12	187	27,0
2. F	40	73	27,8	73	146	22,7	1	178	22,8	8	199	22,3	143	25,8	44	186	28,1
3. M	118	79	28,3	104	145	22,8	43	173	24,0	28	197	24,4	183	26,2	89	165	28,4
4. A	156	82	28,2	163	105	22,5	143	145	24,8	84	154	24,3	212	26,2	176	147	28,1
5. M	384	69	27,9	201	118	21,5	201	122	22,7	203	105	23,0	131	25,5	146	124	27,2
6. J	590	53	26,1	206	94	20,7	236	101	22,0	226	83	21,7	8	23,1	137	101	26,6
7. J	180	53	25,5	323	86	20,1	277	91	21,4	325	58	20,5	1	21,3	93	84	25,1
8. A	29	48	24,6	364	88	20,2	275	95	21,2	280	54	20,0	4	22,6	106	81	24,6
9. S	52	51	25,3	393	93	20,3	238	97	21,4	216	76	21,0	33	24,5	219	93	25,4
10. O	206	59	26,4	274	108	20,8	153	116	21,9	43	116	22,0	145	25,5	139	106	26,1
11. N	194	78	27,4	40	126	21,5	10	140	21,6	3	164	21,9	208	25,5	38	123	26,6
12. D	110	76	27,3	3	142	21,7	3	167	21,4	3	171	20,6	178	25,5	21	152	26,6
Total	2 087	794	26,8	2 144	1 398	21,4	1 585	1 600	22,2	1 422	1 557	21,8	1 392	24,8	1 221	1 549	26,6

Station Pays Latitude Longitude Altitude	Ferkessédougou Côte-d'Ivoire 9° 35' N 5° 12' W 323 m			Bobo-Dioulasso Haute-Volta 11° 40' N 4° 18' W 432 m			Ziguinchor Sénégal 12° 35' N 16° 16' W 10 m			Mopti Mali 14° 32' N 4° 5' W 268 m			Gao Mali 16° 16' N 0° 3' W 258 m			Agades Niger 16° 59' N 7° 59' E 498 m		
	mois	P	ET	T°	P	ET	T°	P	ET	T°	P	ET	T°	P	ET	T°	P	ET
1. J	6	210	25,1	1	148	24,7	1	134	23,9	1	146	22,2	0	141	22,3	0	117	20,0
2. F	20	210	27,2	3	157	26,8	1	145	25,5	0	163	24,6	0	165	24,8	0	139	22,8
3. M	46	170	29,0	20	188	29,4	0	188	27,3	0	210	28,3	1	213	28,8	0	164	27,4
4. A	87	160	29,3	47	171	30,2	0	202	28,0	3	223	32,1	1	220	32,0	1	174	31,1
5. M	145	150	29,1	116	163	28,0	10	204	28,4	19	211	32,7	6	246	34,4	6	190	33,9
6. J	152	110	26,6	132	131	27,1	122	164	28,3	55	189	31,2	27	229	34,5	8	179	33,5
7. J	186	90	25,8	229	118	25,6	350	148	27,0	154	155	28,7	75	211	32,0	49	182	32,3
8. A	299	80	25,2	336	114	25,0	351	137	26,4	195	139	26,9	110	177	29,7	78	163	30,7
9. S	252	90	26,7	211	116	25,5	356	134	27,2	104	136	27,9	36	183	31,4	20	149	31,3
10. O	111	110	26,7	75	137	27,0	155	143	27,7	20	148	28,6	5	182	31,7	1	144	29,7
11. N	34	160	26,7	13	133	26,9	7	131	26,8	1	135	26,4	0	147	28,2	0	122	25,0
12. D	9	190	25,0	2	136	24,9	1	127	24,4	0	129	23,1	0	141	23,7	0	109	21,3
Total	1 346	1 730	26,7	1 185	1 712	26,8	1 554	1 857	26,7	552	1 984	27,7	261	2 255	29,5	163	1 832	28,2

TABLEAU 2. — Climats et saisons humides (mois exprimés de 1 à 12)

Climats	Localités	Latitude	Pluviosité annuelle (mm)	Saisons pluvieuses	Saisons humides	Périodes actives	Coefficient de variation (p. 100)	
Equatoriaux humides guinéen d'altitude	Abidjan	5° 15' N	2 087	année	3 à 7, 10 à 12	année	21	
	Koundia (1 217 m)	5° 37' N	2 144	2 à 11	$\frac{1}{2}$ 3 à $\frac{1}{2}$ 11	$\frac{1}{2}$ 2 à $\frac{1}{2}$ 11	11,5	
	Ngaoundéré (1 119 m)	7° 17' N	1 585	3 à 10	$\frac{1}{2}$ 4 à $\frac{1}{2}$ 10	4 à 10	13	
	Jos (1 285 m)	9° 52' N	1 422	3 à 10	5 à $\frac{1}{2}$ 10	4 à $\frac{1}{2}$ 10		
	congolais dahoméen	Brazzaville	4° 15' S	1 392	9 à 5	$\frac{1}{2}$ 10 à $\frac{1}{2}$ 5	10 à 5	12
		Bouaké	7° 41' N	1 221	2 à 11	4 à 10	$\frac{1}{2}$ 3 à 10	19
Tropicaux semi-humides								
soudano-guinéen	Ferkessédougou	9° 35' N	1 346	2 à 11	$\frac{1}{2}$ 5 à $\frac{1}{2}$ 10	$\frac{1}{2}$ 4 à 10	17,5	
	Bobo-Dioulasso	11° 40' N	1 185	3 à 11	$\frac{1}{2}$ 6 à $\frac{1}{2}$ 10	5 à $\frac{1}{2}$ 10	18	
	Ziguinchor	12° 35' N	1 554	6 à 10	7 à $\frac{1}{2}$ 10	$\frac{1}{2}$ 6 à 10	24	
Tropicaux secs								
sahélo-soudanais	Mopti	14° 32' N	552	5 à 10	$\frac{1}{2}$ 7 à 8	$\frac{1}{2}$ 6 à 9	23	
Subdésertiques								
sahélo-saharien	Gao	16° 16' N	261	6 à 9	— —	8	31	
Désertiques								
saharien	Agadès	16° 59' N	163	7 à 9	— —	— —	32	

Fig. 2. — Abidjan.



Bilan hydrique

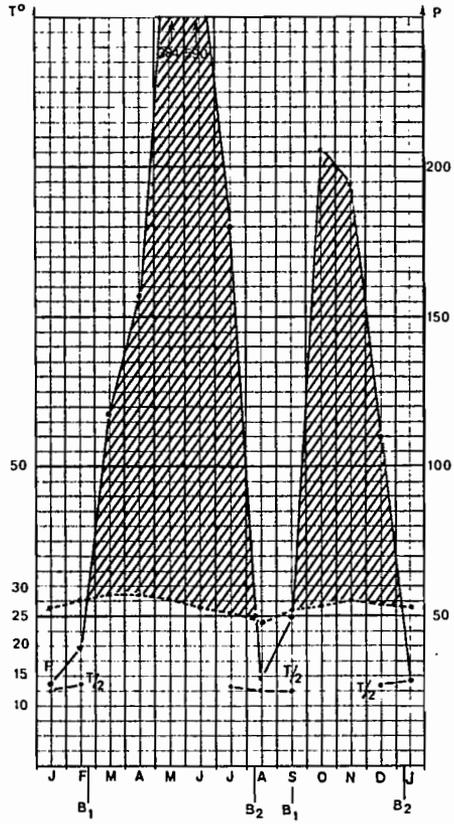
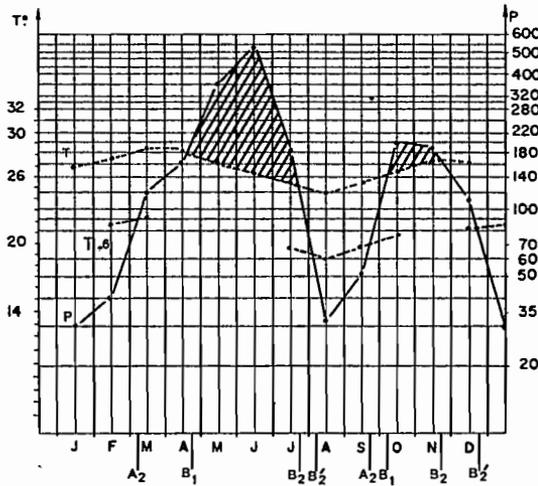
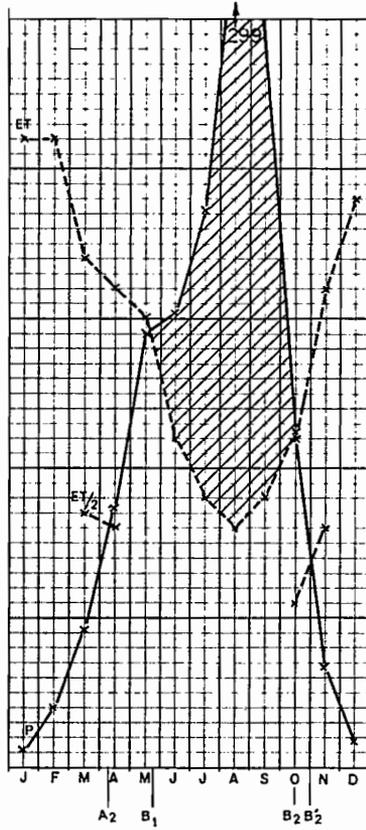


Diagramme pluviothermique

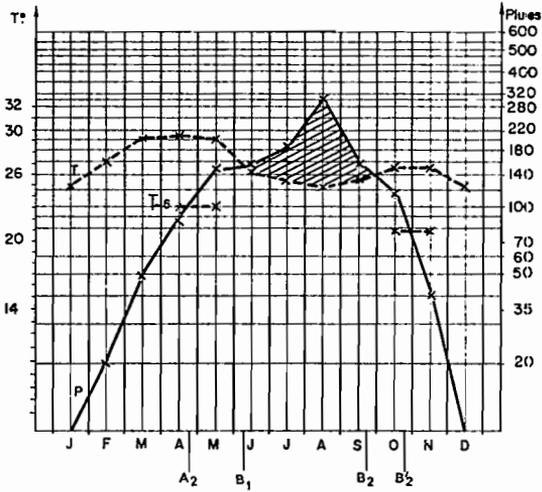


Abaque hydrothermique

Fig. 3. — Ferkessédougou.



Bilan hydrique



Abaque hydrothermique

Sous climat tropical semi-humide, soudano-guinéen, il existe une seule saison humide qui se réduit sensiblement avec la latitude du lieu. Il en résulte une période active de durée variable : plus de 6 mois à Ferkessédougou (fig. 3) et moins de 5 mois à Bobo-Dioulasso (fig. 4).

Sous climat tropical sec, sahélo-soudanien, la saison humide est supérieure à 2 mois pour Mopti (fig. 5) et la période active n'atteint pas 3 mois.

En climat subdésertique, sahélo-saharien, il n'y a pas de véritable saison humide et la période active est habituellement limitée au mois d'août. Ceci réduit le tapis herbacé qui n'atteint son plein développement qu'en stations recueillant des eaux de ruissellement (dépressions, couloirs interdunaires, etc.).

Variations interannuelles de la pluviosité

Les variations interannuelles de la pluviosité sont d'autant plus fréquentes et importantes que la pluviosité annuelle est faible (climats tropicaux secs et climats subdésertiques).

Ces variations peuvent être appréciées par le coefficient de variation (CV) exprimé en p. 100 ; ce coefficient est une valeur obtenue par calcul « statistique » :

$$CV = \frac{100 \text{ écart type}}{\text{moyenne}}$$

Il varie de 12 pour Brazzaville à 32 pour Agadès.

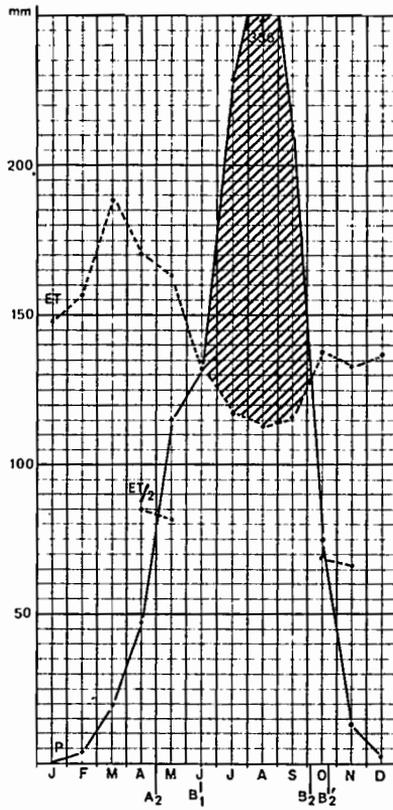
Surtout en climat sec et semi-désertique, les variations de la pluviosité se font sentir sur plusieurs années, avec des séries d'années pluvieuses et d'années sèches, dont le cycle et le mécanisme paraissent encore difficiles à établir. Pourtant ces périodes pluvieuses et sèches provoquent des variations de crues des fleuves, de dimensions des lacs et de débit des nappes phréatiques.

Si l'on considère plusieurs années consécutives dont on établit la moyenne de pluviosité, il est possible de mettre en évidence des périodes sèches et humides avec des variations de rythme :

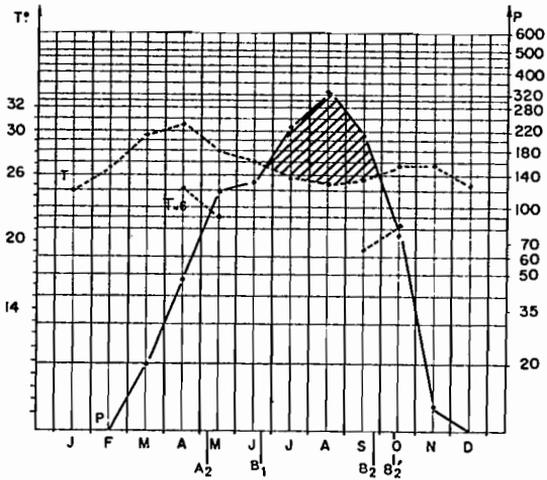
— **période 1887-1924** : les phases sèches et les phases humides se succèdent avec des durées sensiblement égales de 5 à 6 années. Cette succession aboutit à une sécheresse relative qui s'accroît progressivement et qui se fait sentir durement vers 1914-1917 avec appauvrissement des nappes ;

— **période 1925-1964** : les phases humides sont plus longues que les phases sèches : 15 à 17 ans contre 5 à 7 ans. En moyenne, le bilan en eau s'améliore d'année en année, les nappes souterraines se réalimentent et des mares temporaires deviennent permanentes comme dans le Dallol Maouri au Niger ;

Fig. 4. — Bobo-Dioulasso.

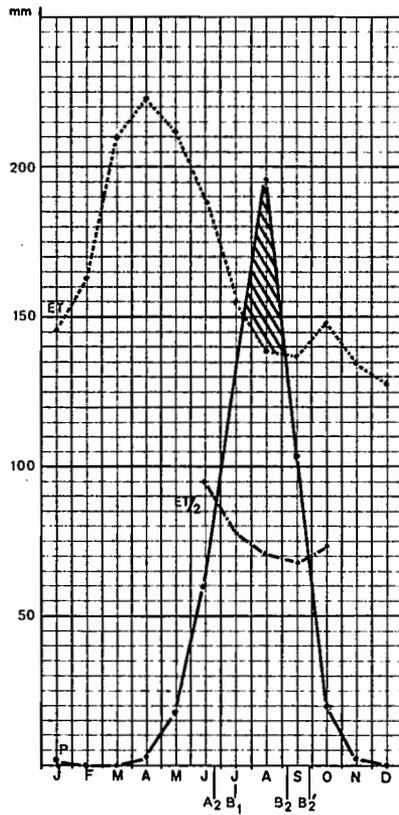


Bilan hydrique

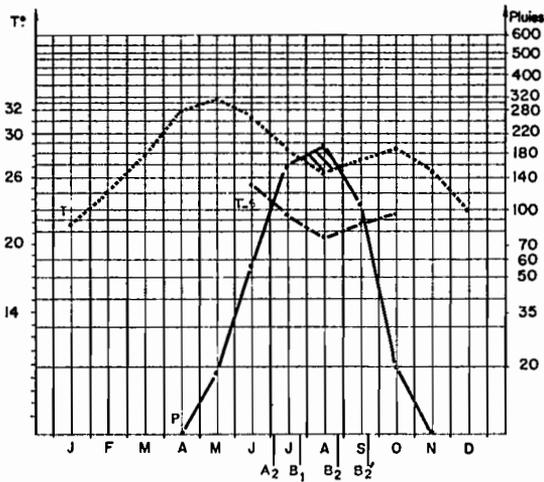


Abaque hydrothermique

Fig. 5. — Mopti

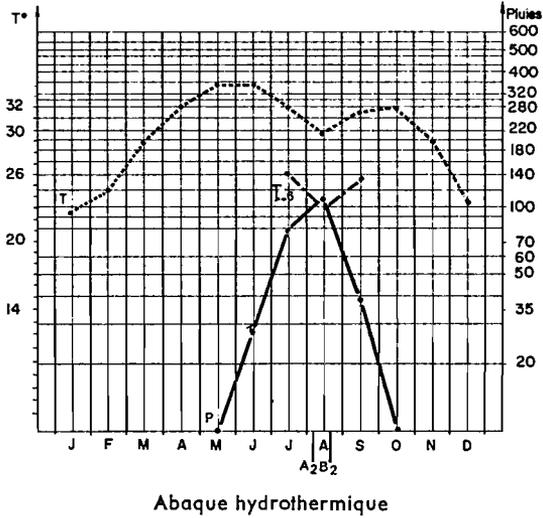
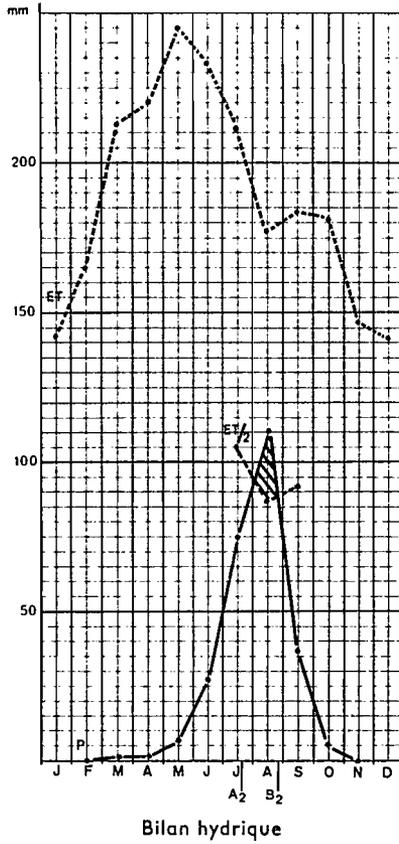


Bilan hydrique



Abaque hydrothermique

Fig. 6. — Gao.



— **période 1965-1973** : c'est une phase sèche d'environ 7 ans, qui peut s'intégrer dans la période précédente. Seul l'avenir pourra nous éclairer sur sa signification réelle. Pourtant, ses effets se sont fait cruellement sentir en régions semi-arides, et en particulier au Sud du Sahara. Ceci est avant tout le résultat de l'augmentation de la densité du peuplement humain associée à un accroissement numérique du cheptel, sans que pour autant les conditions d'exploitation des pâturages aient été fondamentalement modifiées.

CHAPITRE II

LES FACTEURS ÉDAPHIQUES

Les facteurs édaphiques caractérisent les substrats sur lesquels se rencontrent les divers pâturages. Le sol en est la variable essentielle, qui dépend du modelé du terrain, de la situation topographique, du bilan d'eau de la station résultant des possibilités d'écoulement des eaux de surface, et surtout de la nature des roches sous-jacentes ayant donné naissance au sol lui-même.

La connaissance de la nature géologique du terrain fournit des indications sur les roches en place, le relief et l'hydrographie par l'intermédiaire de la géomorphologie, ainsi que les ressources en eau profonde qui permettront ou non d'établir un plan judicieux d'abreuvement en vue de l'exploitation rationnelle des pâturages.

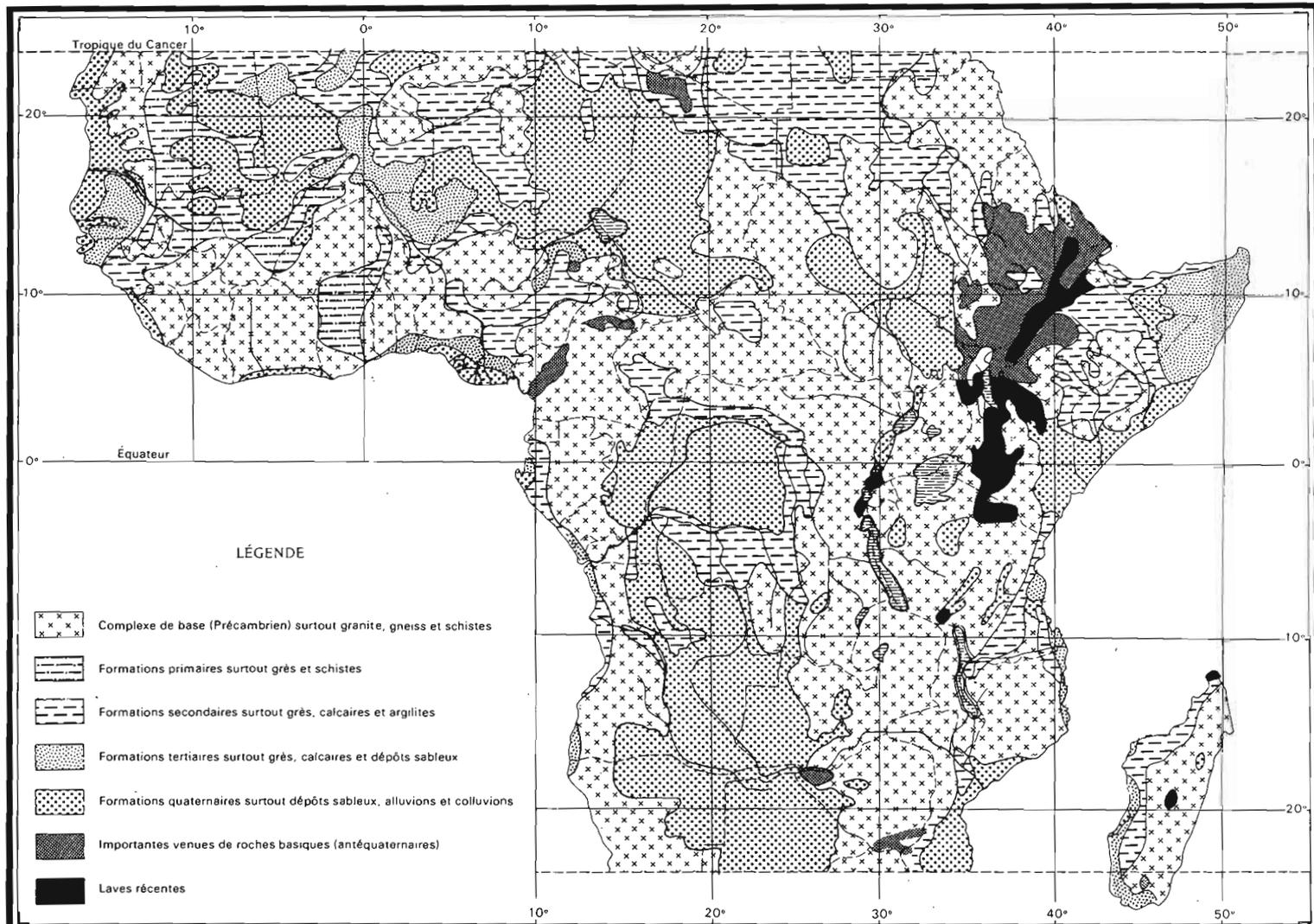
Quelques notions de base sont donc nécessaires pour mieux connaître les pâturages tropicaux et leurs possibilités d'exploitation :

- géologie de l'Afrique intertropicale,
- ressources en eau profonde,
- sols de l'Afrique intertropicale.

Géologie de l'Afrique intertropicale (carte 2)

Les formations géologiques anciennes (primaire et précambrien) constituées par des roches cristallines dures (granites, gneiss) occupent la majeure partie de l'Afrique intertropicale.

Au cours des périodes géologiques ultérieures (secondaire, tertiaire, quaternaire) ces roches ont rarement été recouvertes par les océans et la plupart des roches sédimentaires sont d'origine continentale : éolienne ou lacustre.



Ressources en eau profonde

Les ressources en eau profonde sont étroitement liées à la nature du sous-sol. Une mise à jour des connaissances acquises sur l'hydrologie souterraine en Afrique de l'Ouest est d'ailleurs en cours de réalisation par le B. R. G. M. (Bureau de recherches géologiques et minières) sous forme de cartes au 1/1 000 000, précisant le débit des forages ainsi que le coût et la qualité de l'eau.

La carte géologique fournit déjà des indications sur ces ressources en eau.

Le socle de roches cristallines est imperméable et l'on y rencontre des nappes d'étendue limitée, localisées aux altérations superficielles du socle. Sous climat tropical humide, l'épaisseur des terrains d'altération est importante, de 30 m à 40 m et même 60 m. C'est habituellement une arène argileuse avec un « kaolin » de puisatier qui devient très fluent quand il est gorgé d'eau, d'où les difficultés rencontrées à la mise en place des revêtements de puits. Les débits des puits peuvent atteindre 3 l/s lorsque le captage est effectué près de la roche saine, au niveau du granite altéré mais non kaolinisé.

Les grandes nappes continues à gros débit ne sont présentes que dans les formations secondaires et tertiaires et elles sont, le plus souvent, exploitées par des forages profonds :

— nappes du continental intercalaire et du maestrichien dans les formations secondaires ;

— nappes du continental terminal dans les formations tertiaires.

Sols de l'Afrique intertropicale

Le sol est le résultat de la décomposition et de la transformation de la roche sous-jacente par l'effet des agents physico-chimico-biologiques : altération des roches affleurantes sous l'action du climat et des organismes vivants (micro-organismes, végétaux inférieurs) ; formation d'une couche de matière organique en surface des produits minéraux altérés sous l'action de la macrofaune et de la macroflore ; migration verticale ou oblique des éléments mobiles, associée au mouvement de l'eau avec lessivage ou concentration, aboutissant à une superposition de couches ou « horizons » constituant le « profil » du sol, horizons caractérisés par leur couleur, leur épaisseur, leur morphologie, leur composition.

La roche-mère, ou matériau originel du sol, peut être le résultat de l'altération de la roche en place, ou un mélange de produits d'altération transportés, de sorte que l'individualisation de la roche-mère est étroitement associée à l'évolution du modelé.

Le modelé de l'Afrique tropicale se présente sous l'aspect d'un plateau déformé par quelques fractures ayant donné lieu à des fossés d'effondrement, partiellement inondés (grands lacs) et à des massifs volcaniques (Cameroun, Ethiopie, Kilimandjaro).

Les vestiges du modelé ancien sont constitués par des niveaux de cuirasses anciennes qui ont résisté à des cycles d'érosion ultérieurs.

Actuellement, le plateau continental africain est faiblement incliné du sud-est vers le nord-ouest et de grands bassins tectoniques très étendus, mais peu déprimés, rompent la monotonie du plateau : Niger, Tchad, Nil, Congo, lac Victoria, Kalahari.

Au stade actuel de l'évolution du modelé, l'individualisation des divers types de sols est influencée par la situation topographique, avec :

— des zones hautes où, par décapage et exportation, il ne subsiste que des matériaux altérés ;

— des zones basses avec accumulation de sédiments solides et de constituants relativement mobiles (sels solubles, colloïdes, etc.) en condition de drainage défavorable ;

— des zones de passage, où les pentes sont suffisantes pour empêcher l'accumulation, mais trop faibles pour déclencher l'érosion.

Les principales unités de sols tropicaux vont donc dépendre de leur situation topographique, mais aussi du climat sous lequel elles se sont individualisées, et l'on distingue, d'après la situation topographique :

— **les sols minéraux bruts** : ces sols sont réduits à des débris grossiers dont l'altération est avant tout physique. Avec les cuirasses ferrugineuses affleurantes ils sont surtout situés sur les zones hautes ou érodées ;

— **les sols squelettiques ou lithosols** : la roche-mère s'y trouve à moins de 30 cm de profondeur. Ces sols sont localisés sur les parties hautes des versants et surtout en replats ;

— **les sols hydromorphes** : ils sont caractérisés par un engorgement par l'eau, permanent ou saisonnier. Ces sols sont localisés aux dépressions mal drainées ;

et d'après le climat :

— **les sols bruns et brun-rouge** : ces sols des régions arides tropicales se forment surtout à partir de dépôts éoliens sous des climats chauds et secs où la pluviosité annuelle dépasse rarement 500 mm. La teneur en matières organiques y est faible, mais bien répartie à travers tout le profil. Ces sols dépassent rarement 1 m d'épaisseur ;

— **les sols ferrugineux tropicaux** : ils correspondent à un climat nettement tropical avec saison sèche hivernale et saison humide estivale bien tranchées et une pluviosité annuelle comprise entre 500 et 1 200 mm. Ces sols ont rarement plus de 250 cm d'épaisseur. Les oxydes de fer libres y sont fréquemment bien individualisés avec lessivage et précipitation sous forme de taches ou concrétions ;

— **les sols ferralitiques** : ces sols correspondent à un climat humide avec une pluviosité annuelle supérieure à 1 200 mm. Ils constituent les termes ultimes de l'altération avec libération d'oxydes de fer et d'alumine. Ils sont plutôt profonds avec plusieurs mètres d'épaisseur.

DEUXIÈME PARTIE

**MÉTHODOLOGIE APPLICABLE
AUX ÉTUDES DE PÂTURAGES**

Les pâturages tropicaux sont constitués par des formations végétales naturelles où les herbivores consomment, à leur gré, certaines espèces ou même certains organes de plantes. Le choix des animaux est déterminé par les espèces présentes dans le pâturage et la qualité de ces plantes au moment de la pâture.

L'étude d'un pâturage est d'abord un inventaire des espèces végétales, une appréciation de leur production potentielle en fourrage, et de leur réaction au facteur « broutage ». Elle doit enfin déboucher essentiellement sur l'estimation de sa capacité de charge : combien d'animaux peut-il supporter sans se détériorer ? Quelle production de lait ou quelle production de viande peut-on espérer à l'hectare et par an ?

Le pâturage doit donc être considéré comme une machine à grande longévité, susceptible de fournir de la viande ou du lait, sans se détériorer.

Pour cela, il est nécessaire de bien connaître sa nature et son mécanisme, ses possibilités et ses faiblesses. Son mode d'emploi et les conditions d'entretien devraient alors faire l'objet d'une notice descriptive, disponible pour tout utilisateur éventuel.

Sa nature : le pâturage est une communauté végétale en équilibre instable sous l'influence de divers facteurs et des interactions des divers éléments de la stratification des végétaux en présence.

Son mécanisme : le pâturage produit de la matière végétale dont une partie est consommable par un ou plusieurs herbivores considérés.

Les relations animal- plante sont régies par un ensemble de conditions dont la connaissance est indispensable pour assurer un rendement satisfaisant du système plantes-animaux.

Ses possibilités : le pâturage présente une productivité potentielle utilisable par l'animal dont la connaissance est essentielle pour éviter des ruptures d'équilibre du système plantes-animaux.

Ses faiblesses : le pâturage est en perpétuel état d'équilibre instable et l'action de l'herbivore est un facteur de déséquilibre qu'il faut avoir estimé au préalable afin de pouvoir en limiter les effets néfastes.

Son mode d'emploi : pour un même pâturage, la production de lait ou de viande pourra être très variable selon l'éleveur, son savoir-faire et le type d'exploitation qu'il saura conduire.

Ses conditions d'entretien : tout pâturage doit subir des traitements appropriés et à bon escient, afin de sauvegarder et, si possible, améliorer sa productivité.

La notice pratique ou le mode d'emploi : les résultats de la recherche appliquée aux pâturages doivent être mis à la portée des utilisateurs et des éleveurs.

La description des pâturages, leur valeur, les conditions de leur exploitation doivent être transcrites dans un langage aussi simple que possible, pour informer l'utilisateur non spécialiste. L'extension géographique des divers pâturages doit également être représentée cartographiquement à l'usage des planificateurs.

Un herbier rassemblant la collection des principales espèces végétales présentes dans les pâturages est également très utile et peut illustrer les florules et listes de noms vernaculaires par lesquels les populations autochtones désignent les principales plantes.

La deuxième partie du manuel comprend donc les chapitres suivants :

- I. — Définition des pâturages
 - Description
 - Dynamisme
 - Productivité
- II. — Valeur fourragère du pâturage
 - Appétibilité et consommation des plantes
 - Valeur fourragère des espèces consommées
 - Teneur en éléments minéraux des plantes consommées
- III. — Elaboration d'un modèle d'exploitation
 - Capacité de charge
 - Conduite de l'exploitation
 - Traitements d'entretien et d'amélioration
- IV. — Etablissement de documents vulgarisables
 - Notice descriptive et d'exploitation
 - Représentation cartographique

CHAPITRE I

DÉFINITION DES PÂTURAGES

Caractériser un pâturage, c'est le décrire, estimer sa productivité et prévoir son dynamisme. C'est le rôle de l'agrostologue ou pastoraliste, spécialiste de l'étude des pâturages. A l'origine, l'agrostologue était le botaniste se consacrant particulièrement à la famille des graminées. Par extension, le terme d'agrostologie a englobé toutes les recherches concernant les pâturages : flore, végétation, productivité, valeur fourragère, techniques d'exploitation et d'amélioration.

Description d'un pâturage

Un pâturage peut être défini par l'espèce fourragère principale qui s'y trouve. Hédin (45), en 1952, propose, pour la France, une classification agronomique des prairies avec des séries caractérisées par une ou deux plantes fourragères dominantes et la production relative de la plante dominante vis-à-vis des espèces compagnes. Le « fond prairial » est alors constitué par un petit nombre d'espèces aux exigences assez lâches et à gradient écologique assez vaste, c'est-à-dire que ces plantes supportent des situations où les conditions sont assez différentes.

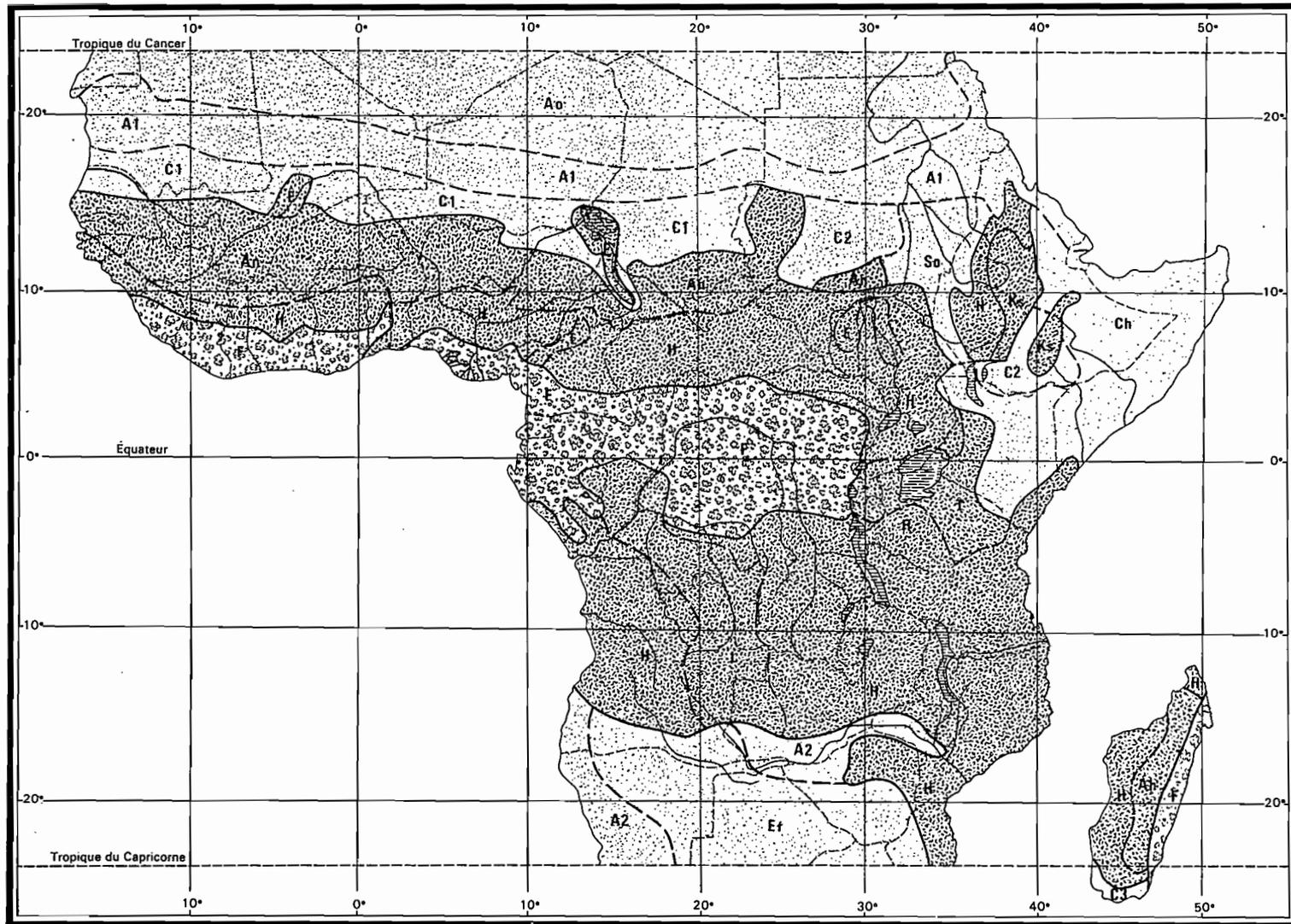
Le tapis graminéen intertropical

Ratray (58), en 1960, propose une classification voisine dans « Tapis graminéens d'Afrique », en vue d'une cartographie au 1/10 000 000. Pour l'Afrique intertropicale (carte 3), sont ainsi cartographiés les types principaux suivants :

— en climats désertiques et subdésertiques :

type A0, à *Aristida pungens* et *Panicum turgidum*, en végétation contractée surtout dans les lits d'oueds ;

TAPIS GRAMINIÈRES D'AFRIQUE



Carte 3.

type A1, à *Aristida* spp. et *Panicum turgidum*, dans l'hémisphère boréal ;

type A2, à *Aristida* spp. et *Panicum lanipes*, dans l'hémisphère austral.

— en climats tropicaux secs :

type C1, à *Cenchrus biflorus* et *Eragrostis tremula*, en Afrique centrale ;

type C2, à *Cenchrus biflorus* et *Cenchrus ciliaris*, en Afrique de l'Est ;

type C3, à *Cenchrus ciliaris*, au Sud de Madagascar ;

type Ch, à *Chrysopogon aucheri*, en Afrique de l'Est ;

type So, à *Sorghum purpurosericeum*, en Afrique de l'Est ;

type Er, à *Eragrostis* spp., en Afrique australe.

— en climats tropicaux semi-humides :

type An, à *Andropogon gayanus*, en Afrique boréale ;

type Ah, à *Aristida rufescens* et *Heteropogon contortus*, à Madagascar ;

type H, à *Hyparrhenia* spp., en Afrique boréale et australe ;

type E, à *Echinochloa* spp. des prairies marécageuses ;

type L, à *Loudetia* spp. de l'Afrique australe ;

type T, à *Themeda triandra* de l'Afrique de l'Est ;

type Ks, à *Pennisetum schimperi*, en Afrique de l'Est ;

— en climats équatoriaux et tropicaux humides :

type F, à *Imperata cylindrica* et *Pennisetum purpureum* des faciès de substitution à la forêt.

Les pâturages naturels tropicaux étant constitués souvent par un complexe où strates herbacées et ligneuses coexistent, il est nécessaire de compléter la description des pâturages en précisant la physionomie de la végétation du pâturage.

Types physionomiques de la végétation

A la réunion de Yangambi, en 1956, qui s'est tenue sous l'égide du Conseil scientifique pour l'Afrique (C. S. A.), conseiller scientifique de la Commission de coopération technique en Afrique au Sud du Sahara (C. C. T. A.), des spécialistes de phytogéographie ont élaboré des définitions applicables aux principaux types de végétation (fig. 7).

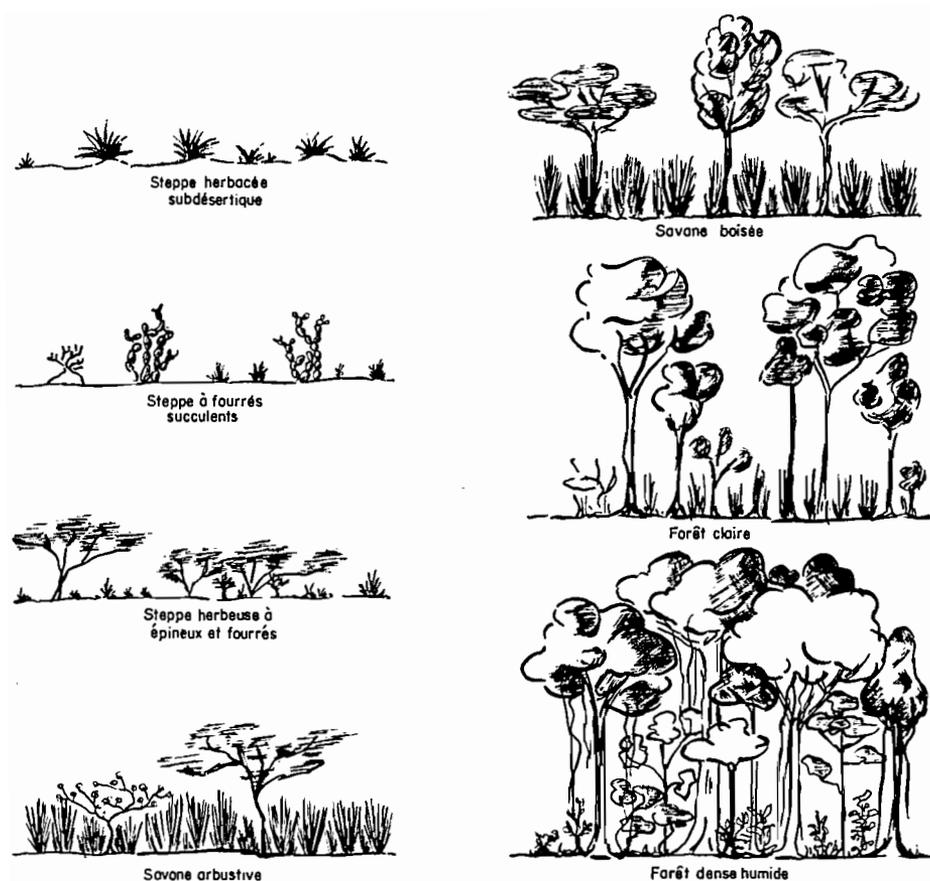


Fig. 7. — Types physiologiques de la végétation.

Ces définitions ont été commentées par Trochain (61) en 1957. Elles ont servi de base à l'établissement de la carte au 1/10 000 000 de la végétation de l'Afrique par Keay et Aubreville, en 1959, dans le cadre des activités de l'Association pour l'étude taxonomique de la flore d'Afrique tropicale (A. E. T. F. A. T.).

On distingue, des tropiques à l'équateur (carte 4) :

— **le désert** : dépourvu de végétation, à l'exception de quelques plages de végétation contractée ;

— **une steppe subdésertique.**

Le terme « steppe », appliqué à la végétation tropicale, concerne un type physiologique caractérisé par un couvert herbacé où les

plantes annuelles abondent, alors que les plantes vivaces sont rares et espacées. Les herbes vivaces, lorsqu'elles existent, ont des feuilles étroites, enroulées ou repliées, surtout localisées au niveau du sol (feuilles basilaires). Le couvert herbacé ne dépasse pas, habituellement, 80 cm de hauteur. Les feux courants y sont généralement rares.

- Dans la steppe subdésertique, les plantes basses herbacées vivaces sont espacées et les annuelles ne prospèrent que quelques semaines après les pluies. Les arbustes, souvent épineux, y sont espacés et de petites dimensions.

- Au Sud de Madagascar, une steppe à fourrés « succulents » s'en distingue par l'aspect des espèces ligneuses constituant les fourrés. Ce sont des espèces adaptées à la sécheresse (espèces xérophiles) caractérisées par un bois mou, spongieux et gorgé d'eau (espèce charnue ou succulente) ou par la présence d'épines, ou l'absence fréquente de feuilles (espèce aphyllé) ou des tiges épaisses et en moignons rapelant les cactus (espèces cactiformes).

— **une steppe herbeuse à fourrés** : la végétation y est plus dense et les herbes vivaces plus abondantes. Les ligneux sont épineux avec un feuillage fin qui tombe dès que les conditions climatiques deviennent défavorables (feuilles décidues). Ils sont dispersés à travers le couvert herbacé ou rassemblés en fourrés.

Les fourrés constituent une végétation arbustive fermée, peu pénétrable. La « formation se présente comme un mélange confus de végétaux de toutes tailles, les branches sont profondément imbriquées à tous les niveaux » (Guillaumet et Kœchlin (40)).

— **une savane arbustive.**

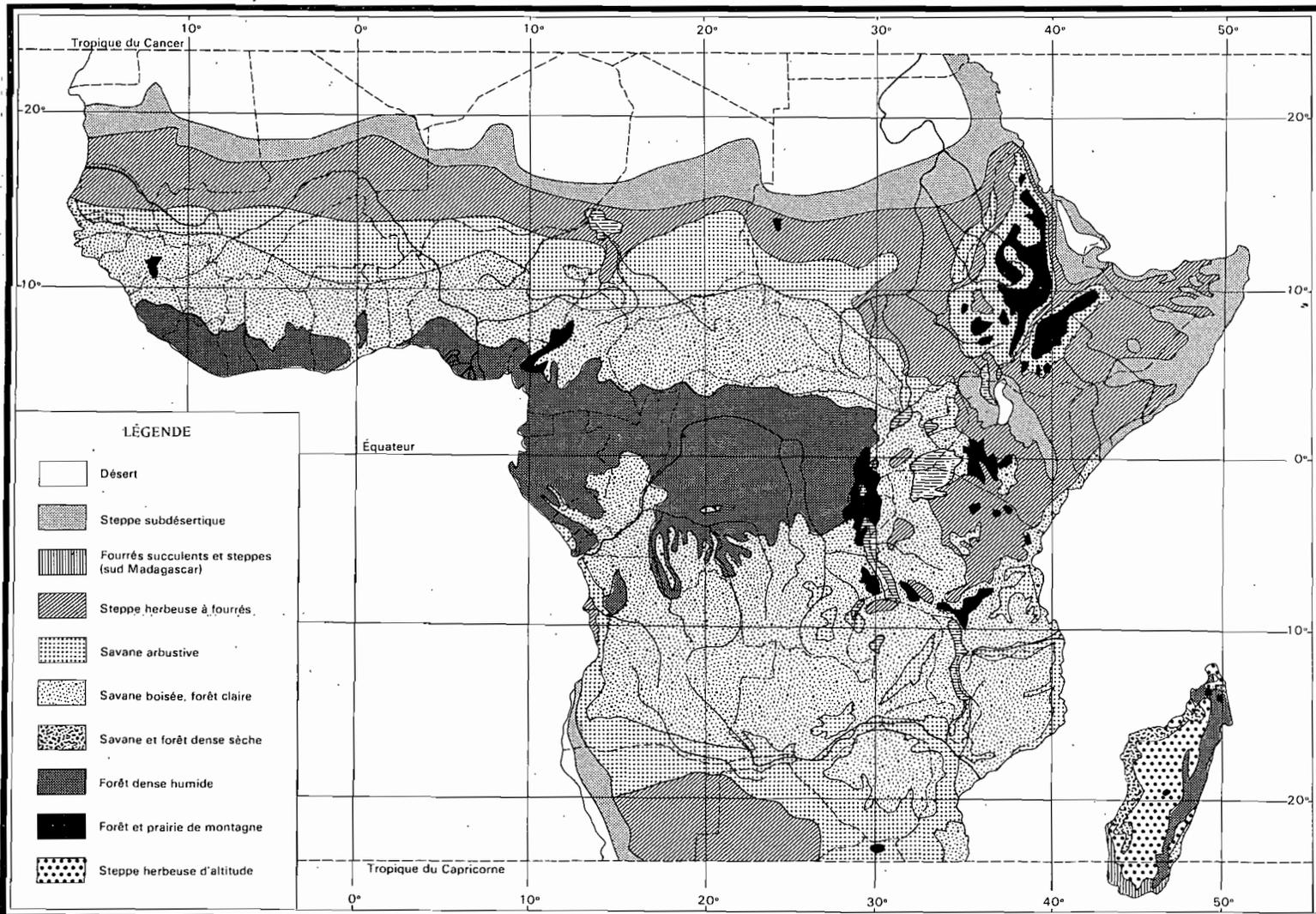
Le terme « savane » s'applique à un type de végétation caractérisé par un couvert herbacé d'au moins 80 cm de hauteur où les espèces se répartissent en deux strates (supérieure et inférieure). Les graminées y sont en majorité vivaces, à feuilles basilaires et caulinaires (insérées sur les tiges) ; la plupart forment des touffes isolées, dont les tiges, atteignant leur pleine croissance, constituent une couche plus ou moins continue qui brûle ordinairement chaque année.

Dans la savane arbustive, les espèces ligneuses, à feuilles décidues, ont la taille d'un arbuste (espèce ligneuse ne dépassant pas 7 m de hauteur) et sont disséminées dans le tapis herbacé.

— **une savane boisée avec forêt claire** : dans la savane boisée, le tapis herbacé de type savane est surplombé d'arbres (plus de 7 m de hauteur) et d'arbustes formant un couvert généralement clair.

Le terme « forêt claire » désigne une forêt ouverte où la strate arborescente à feuilles caduques est de taille petite à moyenne et dont les cimes sont plus ou moins jointives ; le tapis graminéen est lâche et souvent discontinu.

CARTE DE VÉGÉTATION DE L'AFRIQUE



Carte 4.

Il existe toute une gamme d'intermédiaires entre les deux formations, difficiles à distinguer dans la pratique. La savane boisée peut être considérée comme un faciès de dégradation de la forêt claire.

A l'ouest de Madagascar, la savane est associée à une forêt dense sèche. La forêt dense sèche est un peuplement fermé pluristrate, de stature moyenne ; la plupart des arbres des étages supérieurs perdent leurs feuilles ; le sous-bois arbustif peut présenter un feuillage décidu ou garder toujours des feuilles (être semper virens) et le tapis graminéen est généralement discontinu.

— **une forêt dense humide** s'étendant des côtes de Guinée à la cuvette congolaise.

La forêt dense humide est un peuplement fermé, pluristrate, constitué d'une strate supérieure de grands arbres ; le tapis graminéen est généralement absent, ou s'il existe, les espèces présentes sont à larges feuilles.

La forêt dense humide comprend une futaie semper virens ou partiellement et courtement décidue, avec un taillis arbustif important et semper virens. Les clairières y sont de faible étendue.

Pour les régions d'altitude, ont été différenciées :

— **des forêts et prairies de montagne.**

La forêt de montagne est généralement dense, avec des arbres de taille moyenne et un feuillage le plus souvent à feuilles coriaces (espèce sclérophylle). Grâce à l'humidité de l'air, leurs branches sont colonisées par de nombreuses espèces végétales, comme les lichens (espèces épiphytes).

Les prairies de montagne ou **altimontaines** sont constituées par des peuplements mésophytes ou hydrophytes, sous climat tempéré ou même froid, de hautes altitudes. Les plantes graminéides (graminées et cypéracées) ne dépassent pas une taille de 100 cm.

— **une steppe herbeuse d'altitude** des hauts plateaux malgaches : c'est une steppe particulière, qui peut être appelée « pseudo-steppe » (Guillaumet et Kœchlin (40)), des « tanety » des hauts plateaux. C'est une formation herbeuse ouverte avec éventuellement une strate arbustive très clairsemée. Les graminées y sont en touffes, vivaces, à feuilles basilaires, étroites et enroulées. Cette steppe est un faciès évolutif de la végétation après dégradation des sols, mais elle reste souvent associée à des savanes typiques.

Structure des formations herbeuses

Descoings, en 1971 (31), a proposé une méthode de description de la structure des formations herbeuses.

Le diagramme biomorphologique qui en résulte peut caractériser chaque type de formation herbeuse et peut même préciser les variations structurales saisonnières.

Le peuplement ligneux est réparti en strates, dont la hauteur est estimée en mètres et l'importance relative de chaque strate est exprimée par le pourcentage de recouvrement au sol de l'ensemble des couronnes de la strate.

Ces estimations permettent de dresser un diagramme de stratification du peuplement ligneux.

Bien que dans le tapis herbacé il puisse être nécessaire d'estimer parfois l'importance d'espèces herbacées diverses envahissantes, la méthode ne prévoit que l'analyse du peuplement graminéoïde (graminées et cypéracées).

Le peuplement graminéoïde est réparti en groupes distingués selon deux séries de critères : types biologiques et types morphologiques.

Le peuplement est d'abord classé selon les **types biologiques** (Raunkiaer (59)) :

- (T) : thérophytes : plantes annuelles ne subsistant durant la période d'arrêt de la végétation qu'à l'état de graines.
- (H) : hémicryptophytes : plantes vivaces dont les bourgeons de reprise de végétation se situent au niveau du sol.
- (C) : cryptophytes (ou géophytes) : plantes vivaces dont les bourgeons de reprise de végétation se situent sous le niveau du sol.

A l'intérieur de chaque type biologique, les éléments du peuplement graminéoïde sont alors répartis selon les **types morphologiques** définis par Jacques-Felix, en 1962, (48) :

- (Cc) : type cespiteux cauliphylle : plante cespiteuse, en touffe dense constituée par un groupe de tiges (pluriculmaire) à feuilles basilaires généralement dressées, à chaumes florifères dressés plus ou moins densément feuillés.
- (Cb) : type cespiteux basiphylle : plante cespiteuse, en touffe dense dressée, toujours pluriculmaire, à feuilles presque toutes basilaires et dressées, à chaumes florifères nus ou peu feuillés.
- (Uc) : type unculmaire : plante ne présentant qu'une seule tige, non ou très peu ramifiée à sa base, ne formant pas de touffe ou de rosette et donnant un seul chaume pouvant ou non se ramifier dans sa partie aérienne.
- (Ga) : type gazonnant : plante généralement très ramifiée, à tiges genouillées et couchées sur le sol (prostrée), avec enracinement aux nœuds (tiges radicantes) et pouvant constituer des stolons, à chaumes florifères plus ou moins nettement dressés au-dessus de l'appareil végétatif.

(R) : type à rosette : plante uniculmaire, présentant une rosette de feuilles au ras du sol et un seul chaume florifère dressé.

Types biologiques et morphologiques sont enregistrés par strate représentant les tailles principales atteintes par les éléments du tapis graminéen. Cette taille, exprimée en mètres, multipliée par le couvert apparent des couronnes, fournit le **biovolume** des composants :

types biologiques × **types morphologiques** =
types biomorphologiques (T. B. M.)

Rapportés en pourcentage relatif, ces biovolumes vont permettre d'établir la **fiche structurale** (fig. 8) comprenant :

- un diagramme de stratification du peuplement ligneux,
- un diagramme de stratification du peuplement graminéen,
- un spectre des types biologiques, en pourcentage relatif du biovolume total,
- un spectre des types morphologiques, en pourcentage relatif du biovolume total,
- un diagramme biomorphologique.

L'établissement de fiches structurales peut s'appliquer à des échantillons caractéristiques des divers pâturages et servir de comparaison pour schématiser, d'année en année, l'évolution du couvert graminéen sous l'action de la pâture ou de divers traitements.

Phytosociologie appliquée aux pâturages tropicaux

La définition précise d'un type de pâturage nécessite, en pratique, le recours à une méthode complexe d'inventaire de la végétation faisant appel tant à la floristique qu'à l'écologie, en un mot à la phytosociologie, science toujours en évolution depuis que Braun-Blanquet (20) en 1932, établissait les fondations de l'école Zuricho-Montpel-lieraine avec Guinochet, en 1955 (41) et 1973 (42), puis Gounot (39) en 1969, qui s'orientait plutôt vers les problèmes d'analyse quantitative de la végétation.

L'élément fondamental de la méthode est le relevé (Emberger et collab. (35)) : « le relevé est un ensemble d'observations écologiques et phytosociologiques qui concernent un lieu déterminé. »

Ce relevé est effectué sur une station qui est une surface où les conditions écologiques sont homogènes et qui est caractérisée par une végétation homogène. Cette station est homogène lorsque chaque espèce peut y trouver des conditions de vie équivalentes d'une extrémité à l'autre et non en tous les points de la station.

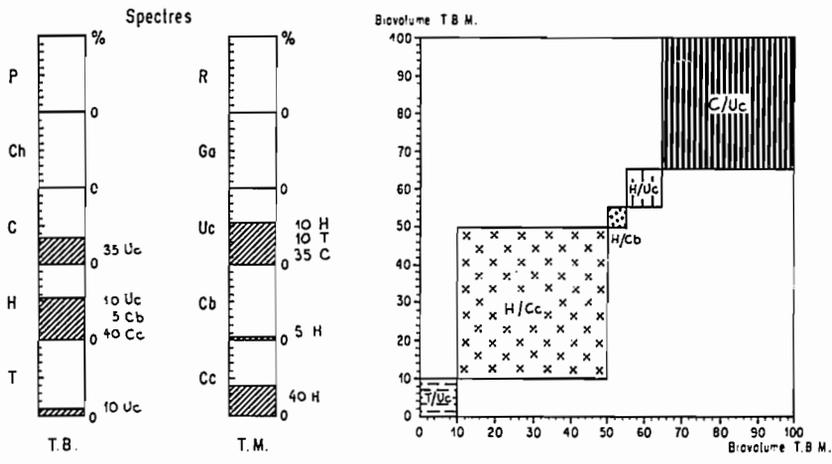


Diagramme biomorphologique

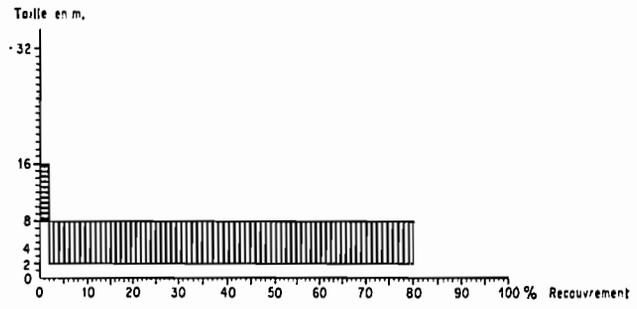


Diagramme de stratification du peuplement graminéen

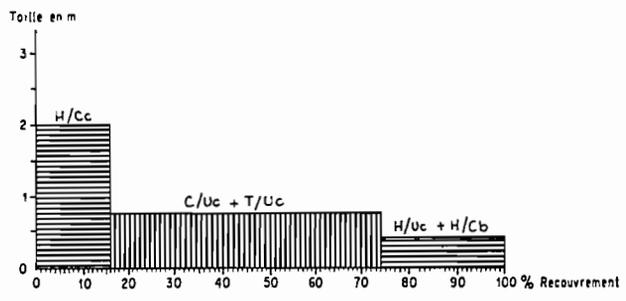


Fig. 8. — Fiche structurale, Lamto (Côte-d'Ivoire) (d'après Descoings).

La définition d'un type de pâturage comprendra donc une description de la végétation de ce pâturage correspondant à une moyenne des relevés établis sur des stations présentant des conditions écologiques comparables. Les subdivisions qui peuvent être réalisées seront nécessairement variables selon l'ampleur géographique de la zone étudiée, mais elles ne devront pas descendre au-dessous des normes agronomiques, chaque pâturage défini devant être de taille suffisante pour constituer une unité exploitable par un troupeau.

La description du pâturage devra donc spécifier les variantes floristiques et écologiques apparaissant dans l'unité définie, mais dont les faibles dimensions interdisent d'en faire une unité « pâturage ». Habituellement, l'unité « pâturage » sera constituée par une mosaïque de communautés végétales imbriquées, reflet de la complexité des conditions écologiques en présence.

La végétation du relevé est caractérisée par sa structure, sa répartition en strates et surtout par la liste des espèces végétales présentes sur la station (cortège floristique).

La liste floristique doit être aussi exhaustive que possible, car une espèce apparemment secondaire peut se révéler ensuite être l'indice d'une évolution de la végétation ou susceptible de détériorer ou d'améliorer le pâturage, par suite de la mise en exploitation.

Nommer toutes les espèces présentes est souvent difficile, sinon impossible. Les plantes peuvent être nommées par leurs noms locaux ou **vernaculaires**. Malheureusement, le nombre de dialectes utilisables est élevé et il peut y avoir confusion par suite d'homonymies.

La dénomination des plantes par le **binôme latin** présente l'avantage de bénéficier, à l'échelle mondiale, d'une classification générale hiérarchisée, tenant compte de l'ensemble des connaissances acquises. Les plantes sont classées par affinités morphologiques réelles et génétiques et nommées selon des règles strictes et internationales.

Les règles de la nomenclature sont fixées par les articles et recommandations du **Code international de la nomenclature botanique** :

- une langue morte (qui est stable) le latin est seul utilisé ;
- les espèces sont nommées d'après un système binaire : un nom d'espèce est formé de deux parties : la première, nom de genre, la seconde, épithète spécifique. On ne doit jamais utiliser un nom d'espèce sans le faire suivre du nom de l'auteur ou des auteurs qui l'ont créée.

Exemple : *Andropogon gayanus* Kunth.

Mais, si deux noms sont synonymes, le seul valable est le plus ancien valablement publié.

En plus de la flore forestière soudano-guinéenne (Aubreville, 1950 (14)) et de la flore pratique (Berhaut (15)), des catalogues de plantes ont été publiés pour certains États, mais les principales flores éditées pour l'Afrique tropicale sont en langue anglaise :

- la flore d'Afrique de l'Ouest (Hutchinson et Dalziel (47)) ;
- la flore d'Afrique orientale tropicale (Hubbard et collab. (46)).

Pour les pâturages proprement dits, certains travaux ne concernent que les graminées (flores agrostologiques) :

- flore agrostologique du Zaïre (Robyns (60)) ;
- graminées des pâturages de Madagascar (Bossier (16)) ;
- graminées d'Afrique tropicale (Jacques-Félix (48)).

D'autres travaux présentent une liste des principales espèces des pâturages avec leurs caractéristiques :

- pâturages et aliments du bétail en régions tropicales (Curason (27)).

Il est nécessaire également d'exprimer l'importance relative des espèces les unes par rapport aux autres et ceci d'une manière rapide. Ceci peut être estimé par l'abondance numérique de la plante et son recouvrement.

Beaucoup d'auteurs ont cherché à préciser l'**abondance** des espèces par comptages sur un plateau délimité.

Les ligneux peuvent être comptés sur un quart d'ha et répartis par taille et selon l'âge :

- **rejets** : jeunes pousses ligneuses inférieures à 2 m ;
- **gaulis** : pousses jeunes, hautes de 2 m à 4 m ;
- **perchis** : jeunes arbres pouvant atteindre 12 m ;

— **arbustes** : individus adultes ne dépassant pas 7 m de hauteur, ou nanophanérophites (NP) dans la classification des types biologiques de Raunkiaer (59) ;

— **arbres** : individus adultes dépassant 7 m de hauteur, ou phanérophites (P) ;

— **grands arbres** : individus adultes dépassant 12 m de hauteur, ou mésophanérophites (mP).

Les espèces herbacées peuvent être comptées sur un plateau pouvant varier de 100 dm² à plusieurs mètres carrés, selon les auteurs. Gillet (38) compte sur 1 m² à 4 m² les unités-talles de chaque espèce de

graminées : chaque individu est disséqué en unités-talles (fragment constitué par un chaume feuillé issu du plateau de tallage et pourvu d'au moins une racine).

Le **recouvrement** des plantes, en particulier des plantes herbacées, varie beaucoup au cours de la période active de végétation.

Pour l'examen de reconnaissance des pâturages tropicaux, il semble préférable d'utiliser, pour un relevé dont la surface peut varier de 900 m² en savane à 2 500 m² en steppe, une échelle mixte d'**abondance-dominance**.

Le début de l'échelle estime l'abondance et la fin de l'échelle estime le recouvrement, l'abondance devenant secondaire :

- + : espèce présente à l'état d'individus isolés (abondance et recouvrement très faibles) ;
- 1 : espèce présente à l'état d'individus abondants, mais à faible recouvrement ;
- 2 : espèce présente à l'état d'individus abondants et recouvrement voisin de 5 p. 100 ;
- 3 : espèce dont le recouvrement peut atteindre le tiers du relevé (5 à 35 p. 100) ;
- 4 : espèce dont le recouvrement occupe entre 1/3 et 2/3 du relevé (35 à 65 p. 100) ;
- 5 : espèce dont le recouvrement occupe plus des 2/3 du relevé (65 à 100 p. 100).

A ces notions d'abondance et dominance, beaucoup de phytosociologues ajoutent une cotation de sociabilité, par une échelle de 1 à 5, exprimant la répartition de l'espèce dans la formation. Il nous semble préférable de noter la répartition particulière de certaines espèces par un signe accompagnant la cote d'abondance-dominance :

- ! espèce en plages localisées ;
- !° espèce localisée à l'ombre (espèce sciaphile) ;
- !° espèce localisée en situation ensoleillée (espèce héliophile) ;
- !° espèce localisée aux termitières ;
- § espèce grégaire, constituant des peuplements en mosaïque.

La comparaison des relevés, par leur cortège floristique et leurs caractéristiques écologiques, s'effectue par le **tableau phytosociologique**, tableau à double entrée, où les lignes sont attribuées aux espèces et les colonnes aux relevés. La mise en place des colonnes-relevés, puis des lignes-espèces, s'effectue par tâtonnements progressifs, mais la juxtaposition des relevés dépend des caractéristiques écologiques prépondérantes (tabl. 3).

TABLEAU 3. — Tableau phytosociologique

Numéros de relevés	28	29	33	30	31	24	34	32
Arbres								
<i>Sterculia setigera</i>	—	1	—	—	—	—	—	—
<i>Bombax costatum</i>	1	+	—	—	—	—	—	—
<i>Diospyros mespiliformis</i> ..	—	2!	!†	—	—	—	—	—
<i>Isobertinia doka</i>	1!	—	—	—	+	2!	—	—
<i>Lanea acida</i>	2	2	—	—	—	1	1	1
<i>Vitellaria paradoxa</i>	3	3	3	2	3	1	1	1
<i>Parkia biglobosa</i>	+	1	+	—	+	1	+	1
<i>Pterocarpus erinaceus</i> ...	3	—	2	—	—	2	1	1
<i>Detarium microcarpum</i> ...	—	1	—	—	3	2	3	4
<i>Terminalia avicennioides</i> .	—	2	—	1	+	1	—	—
<i>Terminalia laxiflora</i>	—	1	1	1	—	+	—	—
<i>Daniellia oliveri</i>	—	—	2	3	3	+	1	—
<i>Acacia dudgeoni</i>	—	—	!	+	!	—	2	—
<i>Burkea africana</i>	—	—	—	2	3	1	1	1
<i>Khaya senegalensis</i>	—	—	—	—	—	+	+	—
<i>Crossopteryx febrifuga</i> ...	—	—	—	—	—	1.2!	2	—
Arbustes, suffrutex								
<i>Triumfetta lepidota</i>	—	3	—	1	—	—	—	—
<i>Pteleopsis suberosa</i>	—	1	—	2	1	1!	—	—
<i>Cochlospermum planchonii</i>	—	1	—	+	—	—	2	3
<i>Hymenocardia acida</i>	—	—	—	—	—	1!	1	—
Tapis herbacé								
<i>Sporobolus pyramidalis</i> .	!	1.3!	—	—	—	—	—	—
<i>Heteropogon contortus</i>	—	4!	—	—	—	—	—	—
<i>Hyparrhenia dissoluta</i> ...	!	—	3	—	—	—	—	—
<i>Cymbopogon giganteus</i> ...	—	+	2!	—	—	—	—	—
<i>Hyparrhenia smithiana</i> ..	1	3	3	3!	—	—	—	—
<i>Hyparrhenia subplumosa</i> .	3!	1	1	1	—	+	—	—
<i>Hyparrhenia involuocrata</i> .	2!	1	—	—	—	+	3	—
<i>Microchloa indica</i>	—	2	—	—	2!	3!	3	3!
<i>Andropogon gayanus</i>	3!	2!	3!	1	—	—	1!	+
<i>Andropogon ascinodis</i>	3	3	4	2.4!	5	3	3	3
<i>Ctenium newtonii</i>	—	—	1	—	—	1!	1!	—
<i>Monocymbium ceresiiforme</i>	—	—	2!	2	—	—	1!	2
<i>Schizachyrium domingense</i>	—	—	—	—	—	1	2	3
<i>Loudetia togoensis</i>	—	—	—	—	—	—	3!	3!
Nombre d'espèces	13	21	15	14	11	20	20	13

Les données écologiques des relevés permettent de préciser les caractéristiques écologiques du type de pâturage et si deux faciès apparaissent sur des stations homologues, l'un d'eux est probablement un faciès de dégradation ou de substitution, par suite d'une intervention humaine (feux particuliers, cultures itinérantes, pacage, etc.).

Le coefficient de similitude ou coefficient de communauté de Jaccard est un allié précieux, tant pour le classement des relevés dans

le tableau que pour délimiter indiscutablement les groupes de relevés qui caractériseront chaque type de pâturages. Il exprime le pourcentage d'espèces communes à deux relevés par rapport aux espèces particulières à chacun des deux relevés :

$$P = \frac{c}{a + b - c} \times 100$$

- c = nombre d'espèces communes à R1 et R2
- a = nombre d'espèces de R1
- b = nombre d'espèces de R2

Pour le calcul de P, seule la présence de l'espèce est prise en considération indépendamment des notions d'abondance ou de dominance. Pour la comparaison des relevés deux à deux, le coefficient de similitude présente l'avantage d'intégrer la répartition de toutes les espèces plutôt que de comparer les répartitions de toutes les espèces une à une, car rien n'indique à première vue quelle est l'espèce dont la répartition est la plus significative. Seuls les relevés effectués en fin de période active doivent être utilisés pour éliminer les variations floristiques saisonnières éventuelles.

Une bonne distribution des relevés a pour effet de rapprocher les coefficients de similitude les plus forts et il se dessine des groupes de relevés scindés par des zones à faibles coefficients, zones qui délimitent nécessairement les principaux types de pâturages.

Les données de présence-absence et les coefficients de similitude peuvent être traités sur ordinateur par analyses factorielles selon des axes mathématiques dans un espace à n dimensions. Les relevés sont alors répartis dans plusieurs nuages caractérisant les types de pâturages.

La description floristique des types de pâturages est étayée par un **tableau synoptique** (tabl. 4) où, pour chaque type de pâturage, une cote moyenne d'abondance-dominance est établie à partir des seuls relevés « caractéristiques » du type, avec :

- R : espèce présente dans moins de 30 p. 100 des relevés, avec une abondance moyenne et un faible recouvrement ;
- ! : espèce abondante avec un bon recouvrement dans moins de 30 p. 100 des relevés ;
- x : espèce présente dans 50 p. 100 des relevés environ, avec une abondance moyenne et un faible recouvrement ;
- 1! à 5! : espèce abondante avec un bon recouvrement, dans 50 p. 100 des relevés environ, ou espèce toujours présente dans les relevés, mais avec une répartition en taches ;
- + à 5 : espèce présente dans près de 75 p. 100 des relevés ou plus ; la cote adoptée représente l'abondance-dominance moyenne de l'espèce dans les relevés ;

+ à 5, suivi de 2! à 5! : espèce présente dans près de 75 p. 100 des relevés ou plus ; le deuxième chiffre indique le recouvrement exceptionnel de l'espèce dans près de 50 p. 100 des relevés.

TABLEAU 4. — Tableau synoptique
(Les espèces caractéristiques des types « détail » sont soulignées)

Ordre de précision de l'inventaire	Général		Détail		
	A	B	A1	A2	B
Types de pâturages					
Nombre de relevés	4	4	2	2	4
Arbres					
<i>Sterculia setigera</i>	R	—	R	—	—
<i>Bombax costatum</i>	×	—	1	—	—
<i>Diospyros mespiliformis</i>	R	—	R	R	—
<i>Isobertinia doka</i>	R	×	R	—	×
<i>Lannea acida</i>	×	1	2	—	1
<u><i>Vitellaria paradoxa</i></u>	3	1.3!	3	3	1.3!
<i>Parkia biglobosa</i>	+	1	1	R	1
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	×	1	3!	×	1
<i>Detarium microcarpum</i>	R	3	R	—	3
<i>Terminalia avicennioides</i>	×	×	×	R	×
<i>Terminalia laxiflora</i>	1	R	R	1	R
<i>Daniellia olivera</i>	3!	1.3!	—	3	1.3!
<i>Acacia dudgeoni</i>	R	×	—	+	×
<i>Burkea africana</i>	R	1.3!	—	×	1.3!
<i>Khaya senegalensis</i>	—	×	—	—	×
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	—	×	—	—	×
Arbustes suffrutex					
<i>Triumfetta lepidota</i>	3!	—	3!	R	—
<i>Pteleopsis suberosa</i>	×	×	R	×	×
<i>Cochlospermum planchonii</i>	×	3!	R	R	3!
<i>Hymenocardia acida</i>	—	×	—	—	×
Tapis herbacé					
<i>Sporobolus pyramidalis</i>	×	—	1.3!	—	—
<i>Heteropogon contortus</i>	R	—	!	—	—
<i>Hyparrhenia dissoluta</i>	!	—	R	3!	—
<i>Cymbopogon giganteus</i>	×	—	R	R	—
<u><i>Hyparrhenia smithiana</i></u>	1.3!	—	1.3!	3	—
<i>Hyparrhenia subplumosa</i>	1	R	1	1	R
<i>Hyparrhenia involucrata</i>	×	!	1	—	!
<i>Microchloa indica</i>	R	1.3!	×	—	1.3!
<i>Andropogon gayanus</i>	3!	×	3!	1.3!	×
<u><i>Andropogon ascinodis</i></u>	3.1!	3.5!	3	2.4!	3.5!
<i>Cenium newtonii</i>	R	R	—	R	R
<i>Monocymbium ceresiforme</i>	2!	×	—	2	×
<i>Schizachyrium domingense</i>	—	2	—	—	2
<i>Loudelia togoensis</i>	—	!	—	—	!

Fiche descriptive des types de pâturages

Une fiche descriptive succincte peut alors être établie à partir du tableau synoptique, des données écologiques et des observations de la structure de la végétation.

Pour l'exemple cité, cette fiche pourrait être :

— **pâturages naturels de Léo (Haute-Volta) à Vitellaria paradoxa (karité) et Andropogon ascinodis :**

- situation générale : 11° Nord, 2° Ouest, altitude 290 à 360 m ;
- pluviosité annuelle : 980 mm répartis d'avril à octobre.

Deux possibilités de classification peuvent être envisagées :

— la surface inventoriée est vaste et la cartographie éventuelle sera réalisée à petite échelle ; deux types de pâturages seront définis et caractérisés par les relevés représentatifs : 28 × 29 × 33 × 30, pour le type A ; 31 × 24 × 34 × 32 pour le type B ;

— la surface inventoriée est réduite et l'échelle de cartographie est grande ; le type A peut être alors subdivisé en deux sous-types A1 et A2 en séparant les relevés 28 × 29 d'une part et 33 × 30 d'autre part ;

soit, pour une étude de détail :

— type A à Vitellaria paradoxa (karité) et Hyparrhenia smithiana :

- pâturage de savane boisée sur sols profonds des terrasses colluviales ;
- couvert ligneux d'environ 30 p. 100 ;
- tapis herbacé pouvant atteindre 2 à 3 m, avec un couvert de 60 p. 100.

— sous-type A1 à Lannea acida et Sporobolus pyramidalis :

- pâturage de savane boisée avec un couvert arboré de 30 p. 100 et un couvert arbustif de 30 p. 100 sur sol profond à taches concrétionnées vers 50 cm de profondeur.

— sous-type A2 à Daniellia oliveri et Monocymbium cere-siiforme :

- pâturage de savane arbustive avec un couvert arbustif de 35 p. 100 sur sol profond à taches d'hydromorphie vers 60 cm.

— type B à *Detarium microcarpum* et *Microchloa indica* :

- pâturage de savane boisée sur sols gravillonnaires des versants. Couvert ligneux hétérogène d'environ 60 p. 100 avec boqueteaux ;
- tapis herbacé pouvant atteindre 1 m à 1,50 m avec un couvert moyen de 50 p. 100.

Dynamisme des pâturages

Le dynamisme d'un pâturage traduit l'évolution de ce pâturage, de sa flore et de sa productivité, sous l'action d'un facteur surimposé, en particulier la pâture ou le broutage. L'étude du dynamisme est le domaine de la syngénétique des spécialistes de la végétation.

La connaissance de ce phénomène et l'estimation de ses conséquences sont fondamentales et indispensables à l'élaboration d'un programme d'exploitation des pâturages ayant quelque chance de réussite.

L'évolution de la végétation d'un pâturage peut être cyclique avec une série de stades ou phases en perpétuel renouvellement, par des modifications sur des superficies très réduites, le plus souvent en relation avec des modifications du microrelief. Microbuttes et microcuvettes se remplacent et provoquent un déplacement des espèces adaptées à ces petites niches écologiques.

Le vieillissement des touffes de graminées pérennes, caractéristique en savane, est un élément de cette évolution cyclique. Une jeune touffe se régénère par des innovations centrifuges et la touffe grossit par multiplication des rejets de la base (talles) ; puis, les talles âgées du centre de la touffe s'épuisent, meurent, et la touffe prend une forme d'anneau ; la touffe continue à vieillir et l'anneau se disloque.

L'évolution de la formation végétale peut aussi être linéaire. L'ensemble des espèces végétales présentes (cortège floristique) peut évoluer vers un groupement en équilibre avec les conditions écologiques, ce qui caractérise le « climax » de la station ; c'est alors une évolution progressive. Si l'évolution se traduit par une détérioration de l'occupation du sol par la végétation, elle peut aller jusqu'à la dénudation du sol et la formation subit alors une évolution régressive.

Dans un pâturage naturel, où le cortège floristique s'est stabilisé en harmonie avec les conditions écologiques de la station, l'addition du facteur pâture provoque une remise en question de l'équilibre antérieur, d'autant plus que les animaux font un choix et favorisent ainsi les espèces herbacées ou ligneuses non consommées, au détriment des espèces les plus appréciées.

L'embusonnement des pâturages peut survenir avec des espèces du cortège floristique ou des espèces étrangères. Fréquemment, il

enrichit le pâturage au début, puis il dégrade le pâturage lorsque l'occupation du sol par les ligneux gêne le pacage et modifie la flore graminéenne par l'effet d'ombrage.

Les espèces envahissantes sont le plus souvent répandues par le bétail (espèces zoochores). Leurs diaspores ou organes de reproduction pouvant inclure la graine, les enveloppes, et même une partie de la plante, peuvent s'accrocher à la toison du bétail. Les fruits peuvent être consommés par le bétail, les téguments durs des graines sont attaqués par les sucs digestifs, ce qui augmente la faculté germinative ; les chances d'implantation de l'espèce sont accrues par la dissémination des graines dans les bouses.

Le rythme de pâture, la saison de pâture, l'importance de la charge, modifient également la composition floristique des pâturages : les graminées vivaces broutées trop fréquemment épuisent leurs réserves racinaires, puis régressent. Les graminées annuelles, trop broutées en période de croissance, ne parviennent pas toujours à fructifier et leur proportion va diminuer au cours des années au profit d'espèces moins consommées ou d'espèces à cycle végétatif réduit, qui pourront fructifier plusieurs fois pendant la période active du pâturage, malgré la continuité du broutage.

Parmi les graminées vivaces, certaines graminées seront plus résistantes par suite de leur morphologie (graminées à rhizomes, à stolons, etc.).

Ces formes de résistance leur permettent également de subir sans grand dommage l'action de feux répétés et la suppression des feux entraîne parfois la diminution de ces espèces adaptées, mais qui pouvaient constituer la richesse du pâturage.

Dans certains cas, le pâturage peut évoluer en dehors de toute intervention du bétail, en particulier en régions semi-arides à arides.

Au cours de la saison pluvieuse, la répartition des pluies peut favoriser certaines espèces. Dans un pâturage d'espèces annuelles (steppe sahélienne) des pluies uniformément réparties entraînent une végétation où graminées et légumineuses annuelles s'équilibrent.

Des pluies précoces favorisent les graminées et les pluies tardives fournissent des pâturages dominés par les légumineuses. L'année suivante, les proportions pourront être inversées si la répartition des pluies diffère. Une réduction de la pluviosité dans ces régions réduit la production du pâturage et de nombreuses espèces peuvent disparaître.

Dans ces régions arides, les graminées vivaces sont également sensibles aux aléas climatiques. Une diminution des réserves en eau du sol réduit les capacités de repousses. Les touffes se dessèchent et sont la proie des termites qui peuvent détruire le plateau de tallage, entraînant la mort de la touffe.

L'évolution de la flore d'un pâturage, sous l'effet de différents types d'exploitation ou de variations climatiques, provoque de telles modifications de la valeur des pâturages, qu'il importe de connaître, avec exactitude, l'évolution possible des types de pâturages inventoriés.

Souvent, la pâture créant le pâturage, l'évolution provoquée par l'effet pâture est d'abord améliorante jusqu'à un seuil de rupture à partir duquel la dégradation intervient puis s'accélère rapidement.

Connaître ce seuil de rupture est indispensable pour gérer l'exploitation des pâturages en bon père de famille.

Pour cela, il est indispensable d'étudier l'évolution des pâturages sous l'effet pâture par des méthodes statistiques avec différents traitements et témoins en défens, sur des parcelles de taille suffisante (1/4 d'ha en savane à 1 ha en steppe).

La méthode des points quadrats alignés, qui était proposée dès 1971 par Daget et Poissonnet (28), fournit les meilleurs résultats.

Le long d'un décimètre tendu au-dessus du toit du tapis herbacé, une lecture verticale est effectuée tous les 10 cm, le long d'une tige métallique à bord effilé. A chaque point de lecture et le long du bord effilé de la tige, tous les contacts avec feuilles ou chaumes sont pris en compte, mais une espèce ne doit être notée qu'une fois par point de lecture.

L'estimation du degré d'évolution du couvert végétal et, en particulier, herbacé, peut être alors assimilé à une étude statistique d'une population. Le nombre de lignes de points quadrats est déterminé (pour une précision de 5 p. 100) par l'intervalle de confiance calculé de l'effectif cumulé, ligne par ligne, de l'espèce dominante, par rapport à l'effectif de l'ensemble des espèces.

Ensuite, pour juger si une parcelle évolue significativement vis-à-vis du témoin, les observations enregistrées sont considérées comme les effectifs de deux populations, auxquels on applique le test de K_i^2 (χ^2) en comparant effectif observé et effectif théorique calculé (cf. annexe, p. 243).

Productivité d'un pâturage

Un pâturage naturel tropical offre à l'animal herbivore tout un lot d'espèces herbacées et ligneuses dont quelques-unes seulement sont consommées, et seule leur production doit être prise en compte pour l'estimation de la productivité du pâturage.

La productivité d'une plante herbacée est en étroite dépendance avec la période de vie active du pâturage.

En début de saison humide, les espèces annuelles germent et émettent leurs premières feuilles, tandis que les touffes de vivaces reverdissent, avec sortie de nouvelles feuilles basales et émission de nouvelles tiges. Selon la longueur de leur cycle phénologique, les graminées partent à montaison dans des délais variables, mais la montaison est générale vers la fin de la saison humide, avec floraison puis fructification.

Les annuelles se dessèchent ensuite rapidement, pendant que les vivaces peuvent émettre de jeunes innovations au niveau du sol ou même sur les principaux nœuds des chaumes tant que les réserves en eau du sol le permettent. Certaines stations à fortes réserves en eau produiront des repousses durant toute la saison sèche, alors qu'en stations plus sèches les repousses seront stoppées au plus tard un mois après la saison humide.

Ces pousses de saison sèche peuvent être prélevées par le bétail circulant entre les chaumes anciens, le bétail consommant alors des vieilles pousses et des repousses vertes. Traditionnellement, les éleveurs préfèrent dégager les pousses de saison sèche par un feu précoce et certains praticiens, utilisant du matériel moderne, parviennent au même résultat par un fauchage ou un girobroyage effectués en fin de saison humide.

La production utilisable des espèces herbacées sera donc fort différente selon le rythme d'exploitation du pâturage :

- repousses successives après broutage au cours de la saison humide ;

- repousses successives éventuelles au cours de la saison sèche ;

- production fournie à un moment donné, soit au cours de la période de vie active, soit au cours de la saison sèche, l'exploitation par pâture intervenant à cette période donnée en fonction de rotations, de rythmes de transhumance, de situations particulières (pâturages Inaccessibles à certaines périodes par suite d'engorgement ou d'inondation par exemple).

La production de matières brutes fournies par les plantes est un ensemble constitué par de l'eau physiologique et des matières sèches. Si l'eau physiologique contenue dans les plantes consommées présente l'avantage de diminuer l'eau nécessaire à l'abreuvement, seules, les matières sèches contiennent les éléments nutritifs et il est indispensable d'estimer la production du pâturage en matières sèches.

Techniques d'estimation de la production herbacée

L'estimation de la production de matières sèches peut être réalisée par fauchage de placeaux homogènes et représentatifs du couvert herbacé du pâturage : 4 à 25 m².

Les coupes peuvent être effectuées pour estimer la production à un moment donné, ou pour évaluer la production de repousses successives tout au long de la période active à des intervalles déterminés (tous les 15, 30, 45, 60, 90 jours par exemple).

Ces repousses peuvent être rapportées en production journalière pour la période considérée, ce qui correspond à la notion de « production primaire nette aérienne du couvert herbacé ». Cette production primaire est exprimée en grammes de matières sèches par mètre carré (cette valeur multipliée par 10 donne la production en kg/ha de M. S.).

En fin de période active, la coupe de placeaux laissés en défens permet d'évaluer la biomasse herbacée produite tout au long de la période active et fournit une estimation fondamentale : celle du **potentiel de productivité** du type de pâturage.

Exemples d'estimation de productivité de pâturages

Sur une parcelle en défens d'un quart d'ha, la production d'un pâturage est suivie, tout au long de l'année, par coupe tous les 10 jours de placeaux inutilisés précédemment. C'est le cas d'un pâturage à *Digitaria umfolozi*, dont la production a été évaluée, avec analyses en laboratoire, à Bamako, depuis le début des pluies (1^{er} mai 1959) jusqu'en février 1960 (Boudet et collab. (9)).

Malgré des variations de production dues à l'hétérogénéité du sol et aux variations de pluie décadaires, la production est assimilable à des courbes régulières (fig. 9).

Les matières sèches produites à l'ha s'insèrent sur une courbe en cloche dissymétrique. La production est maximale au bout de 4 mois, alors que la période pluvieuse se prolonge encore un mois.

Bien que l'espèce étudiée soit une vivace où les tiges sèches et jaunes présentent toujours des parties vertes à la base, la production en place diminue progressivement et, après 4 mois de saison sèche, la production récupérable (tabl. 5) est inférieure à la moitié de celle produite au 1^{er} septembre (1 600 kg/ha au lieu de 4 000 kg).

La production primaire nette, estimée en g/j/m² de M. S., oscille de 2 g à 2,5 g pendant les trois premiers mois, puis elle devient supérieure à 3 g pendant le mois de septembre, la période de croissance considérée ayant la première pluie de mai comme origine.

A la station fourragère I. E. M. V. T. de Wakwa, au Cameroun, des comparaisons de production avec différents temps de croissance ont été effectuées (Piot, 1973 (56)).

Les productions obtenues ont été enregistrées pendant 6 années consécutives, de 1965 à 1970, sur un pâturage à *Hyparrhenia diplandra* (tabl. 6).

TABLEAU 5. — Productivité d'un pâturage à *Digitaria umfolozi*

Dates (première pluie de 26 mm le 1 ^{er} mai)	Nombre de j de croissance	Pluviométrie décadaire (mm)	M. S. kg/ha	Production primaire nette g/m ² /j	MAb/ha (kg)	MAd/ha (kg)	U. F./ha
10. 5.1959	10	26	—	—	—	—	—
20. 5.1959	20	34	335	1,7	60	44,5	208
30. 5.1959	30	17	615	2,1	84	58,3	418
10. 6.1959	41	37	850	2,1	100	61,6	553
20. 6.1959	51	80	1 960	3,8	147	67,4	1 117
30. 6.1959	61	3	1 390	2,3	78	23,4	445
10. 7.1959	71	93	1 815	2,6	113	45,7	490
20. 7.1959	81	44	1 700	2,1	85	20,8	748
30. 7.1959	91	55	1 650	1,8	62	tr	892
10. 8.1959	102	124	3 230	3,2	100	tr	1 615
21. 8.1959	113	122	4 360	3,9	136	tr	2 355
31. 8.1959	123	94	3 900	3,2	122	tr	1 715
10. 9.1959	133	37	3 970	3,0	149	tr	1 825
21. 9.1959	144	80	3 655	2,5	137	tr	1 499
30. 9.1959	153	12	3 290	2,2	103	tr	1 251
10.10.1959	163	—	2 800	1,7	87	tr	924
20.10.1959	173	—	2 655	1,5	99	tr	1 114
31.10.1959	184	2	3 130	1,7	137	tr	1 220
10.11.1959	194	—	2 845	1,5	107	tr	1 082
20.11.1959	204	—	2 855	1,4	89	tr	1 171
30.11.1959	214	—	1 980	0,9	62	tr	930
10.12.1959	224	—	2 370	1,1	59	tr	900
22.12.1959	236	—	2 150	0,9	54	tr	945
30.12.1959	244	—	1 940	0,8	49	tr	834
11. 1.1960	256	—	1 800	0,7	22	tr	719
20. 1.1960	265	—	1 505	0,6	37	tr	586
3. 2.1960	279	—	2 070	0,8	52	tr	746

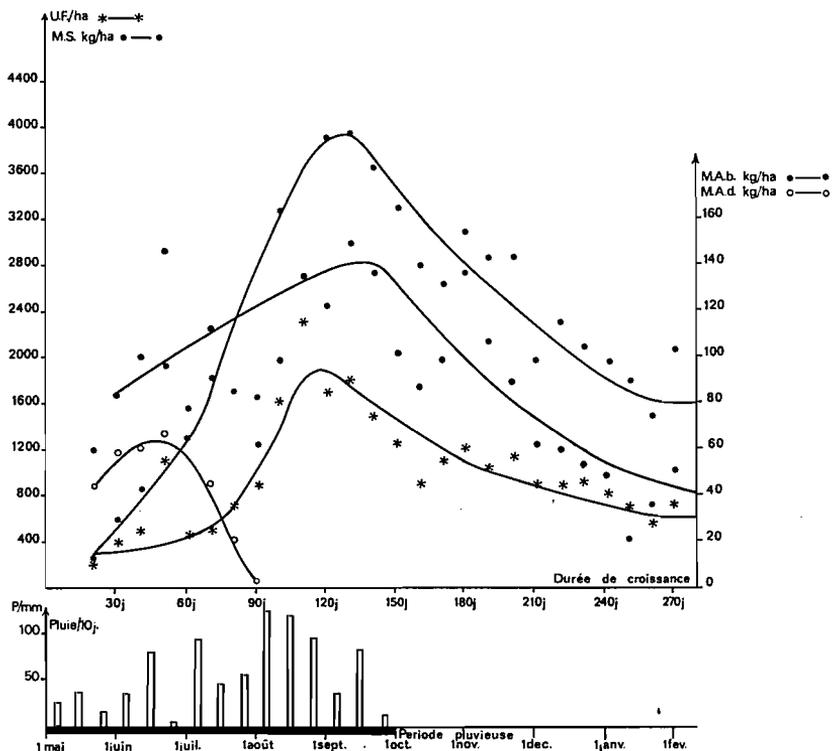


Fig. 9. — Productivité de *Digitaria umfolozi*.

TABLEAU 6. — Productivité d'un pâturage à *Hyparrhenia diplandra*
(moyennes de 6 années : 1965-1970)

Temps de croissance	MV/ha/an en kg	M. S. p. 100	MS/ha/an en kg	U. F./kg MS	MAd g/kg MS	U. F./ha	MAd/ha en kg
20 j	11 700	23,7	2 770	0,60	55	1 660	152
30 j	12 300	25,2	3 100	0,59	43	1 850	133
40 j	11 800	26,6	3 140	0,59	37	1 850	116
60 j	12 350	25,3	3 125	0,51	30	1 590	94
80 j	12 250	28,7	3 515	0,57	27	2 000	95
témoin	6 150	65,4	4 020	0,40	1	1 600	4

La comparaison des productions cumulées obtenues avec divers temps de croissance fait apparaître une légère augmentation des matières sèches produites lorsque le temps de croissance s'allonge : 2 700 kg à 20 j, 3 515 kg à 80 j, contre 4 000 kg de biomasse produite en défens.

CHAPITRE II

VALEUR FOURRAGÈRE D'UN PÂTURAGE

Si l'examen botanique (flore, végétation) et écologique constitue le premier volet de l'étude d'un pâturage, l'estimation de la valeur fourragère en est le deuxième volet, aussi nécessaire que le premier, bien que parfois négligé.

Cette valeur fourragère d'un pâturage, appelée aussi valeur bromatologique, est variable au cours de l'année et dépend de la nature des plantes présentes et de leur stade végétatif.

La connaître pour un moment donné, c'est pouvoir escompter l'utilisation qui pourra en être faite par un troupeau et surtout prévoir comment les animaux tireront parti du fourrage consommé et quelle sera la production éventuelle de lait, la perte, le maintien ou le gain de poids du bétail, le travail susceptible d'être fourni par les bœufs, etc.

Cette valeur alimentaire dépendra :

- de la proportion réelle de plantes consommables ou apprêtibles ;
- de la valeur fourragère des productions consommables au moment considéré ;
- de la teneur en éléments minéraux (macro-éléments et oligo-éléments) des fourrages consommables.

Appétibilité des plantes

L'observation des troupeaux au pâturage fournit des indications incontestables sur l'appétibilité du moment pour les espèces présentes dans le pâturage. L'appétibilité est une notion relative, car les animaux choisissent différemment, selon les espèces mises à leur disposition par le pâturage fréquenté. A défaut des plantes les plus appréciées, consommables en priorité, les animaux consommeront des espèces de moindre appétence et, dans un pâturage pauvre, des plantes pourront y être recherchées alors qu'elles seront délaissées dans un pâtu-

rage riche. Dans un même pâturage, une plante donnée pourra également être recherchée à une certaine période et délaissée à d'autres moments.

Par ailleurs, la consommation des plantes varie avec les espèces domestiques fréquentant le pâturage, séparément ou ensemble (bovins, ovins, caprins, camélidés, etc.)

Il en résulte que l'appétibilité d'une plante est très relative et que son appréciation dans la littérature doit toujours être jugée en fonction du lieu et de la saison.

En l'absence de troupeaux observables directement, les éleveurs peuvent fournir des renseignements judicieux à condition de leur faire préciser la période de consommation et le type de pâturage où la plante est consommée.

Certains critères peuvent fournir des indications sur l'appétibilité probable d'une plante :

— une plante sucrée est généralement plus appréciée qu'une plante amère ;

— des plantes très odoriférantes en vert sont refusées par le bétail, alors qu'elles sont consommables à l'état de pailles lorsque l'odeur a disparu. C'est le cas des **citronelles** comme *Cymbopogon proximus* en steppes sahéliennes et *Cymbopogon giganteus* en savanes soudaniennes ;

— Les graminées à chaumes moelleux sont généralement plus recherchées à l'état de pailles que celles à chaumes fins et creux ;

— des plantes pauvres en matières azotées sont moins recherchées que les plantes riches. Les jeunes pousses riches en azote sont très appréciées. En fin de période active, les plantes herbacées restant vertes (légumineuses et herbes diverses) sont consommées en priorité et les éleveurs disent qu'en début de saison sèche « le bétail recherche le vert ».

L'appétibilité des graminées est souvent en rapport avec la flexibilité des tiges et des feuilles ; une graminée souple et flexible est généralement plus recherchée qu'une graminée raide.

L'anatomie des limbes foliaires peut être l'indice du degré d'appétibilité des graminées. Kiwak et Duvigneaud (49) ont entrepris une étude écomorphologique des graminées au Zaïre, travaux repris par Kœchlin (50) et Amoussou (13).

En vue de comparer le potentiel « appétibilité » des graminées, il est nécessaire d'examiner des feuilles d'âge comparable, par exemple l'avant-dernière feuille d'un chaume à floraison, et la coupe anatomique sera exécutée au milieu de cette feuille. Cinq groupes écomorphologiques peuvent être ainsi distingués (fig. 10).

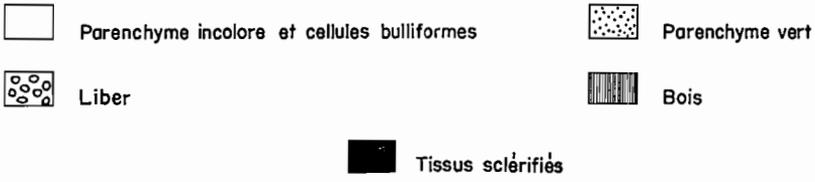
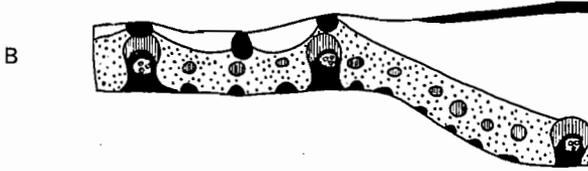


Fig. 10. — Ecomorphologie des graminées (d'après Kiwak et Duvigneaud).

Type A

Sa morphologie n'est adaptée qu'à des situations écologiques tropicales peu accusées (espèce mésomorphe).

Il est très bien apprécié, comme : *Beckeropsis unisetata*, *Brachiaria brizantha*, *Panicum maximum*.

Le limbe est en général étalé, à faces faiblement ondulées. Les cellules « bulliformes », constituant un tissu réservoir d'eau, sont peu nombreuses et localisées en bordure du limbe. Le parenchyme assimilateur (vert) occupe la majeure partie du limbe.

Type B

C'est encore un type mésomorphe bien apprécié avec *Andropogon schirensis*, *Schizachyrium platyphyllum*, *Schizachyrium sanguineum*. Il se caractérise par un limbe toujours étalé, une nervure médiane sail-lante, un tissu réservoir d'eau développé (parenchyme incolore et cellules bulliformes), surtout au niveau de la nervure médiane et de l'épiderme supérieur, un parenchyme assimilateur (vert) encore bien développé.

Type C

Sa morphologie est mieux adaptée à la sécheresse (légèrement xéromorphe) mais il est encore apprécié : *Ctenium newtonii*, *Loudetia arundinacea*. Les feuilles peuvent s'enrouler ou se plier. Les cellules bulliformes sont nettement localisées. Des travées continues de tissus sclérifiés rejoignent les deux épidermes au niveau des faisceaux du bois (structure « en traverse »). Le parenchyme assimilateur est encore abondant.

Type D

L'adaptation à la sécheresse est plus nette (xéromorphe) et seules les jeunes pousses et les pailles sèches sont consommées, comme pour *Loudetiopsis tristachyoides*. Les faces sont sillonnées, le tissu réservoir d'eau et les structures en traverses sont abondants.

Type E

L'adaptation à la sécheresse est accentuée et les graminées de ce type sont très peu consommées, comme *Loudetia simplex*. Le limbe est pratiquement toujours enroulé ou plié.

Plantes toxiques

Certaines plantes sont considérées comme toxiques par les éleveurs et les plantes toxiques ou réputées telles ont fait l'objet de nom-

breux travaux, en particulier Watt et Breyer-Brandwijk (63) et Devaux (33). Les cas d'empoisonnement de bétail surviennent surtout en pleine saison sèche, période critique de disette, où les animaux peuvent être tentés par des plantes habituellement délaissées.

Les risques d'empoisonnement s'amplifient lorsqu'un troupeau est introduit dans un pâturage dont la flore lui est inconnue et les éleveurs traditionnels ont l'habitude d'insérer dans un troupeau local des lots d'animaux achetés hors de la région. Il existe, en effet, une sorte d'éducation du troupeau et les animaux habitués ne consomment que rarement les plantes toxiques. Inversement, d'ailleurs, les descendants d'animaux accoutumés à la consommation d'une plante introduite la mangent sans période d'adaptation.

Avec l'établissement de centres de réélevage ou d'embouche sur des pâturages différents de ceux dont sont issus les animaux, des cas d'empoisonnement sont donc à craindre, surtout sur la parcelle de quarantaine où stationneront les nouveaux animaux.

Valeur fourragère des plantes consommées

La valeur fourragère d'un pâturage n'est que la résultante de celle des espèces présentes, période par période.

Cette valeur fourragère dépend de deux éléments essentiels : valeur énergétique et teneur en azote.

La valeur énergétique du fourrage est exprimée en unités fourragères (U. F.). L'U. F. est l'équivalent d'un kg d'orge en grain produisant 1 650 calories dans le cas des ruminants.

(A l'étranger, la valeur énergétique du fourrage est souvent exprimée en unité-amidon : 1 U. A. = 1,43 U. F. = 2 360 calories).

La valeur azotée du fourrage est caractérisée par sa teneur en matières azotées digestibles (M. A. d. en g/kg de M. S.).

Ces données sont normalement obtenues en affourageant des moutons en cages de digestibilité ou cages de métabolisme. Le fourrage testé est préalablement haché et mélangé pour éviter le tri des animaux. Fourrage ingéré et fèces rejetées sont pesés et des prélèvements moyens sont effectués afin de mesurer :

— la teneur en matières sèches (M. S.) par séchage à l'étuve d'un échantillon à 105 °C ;

— la teneur en cendres par calcination au four à 600 °C ;
puis d'estimer la matière organique (M. O.) :

$$M. O. = M. S. - \text{cendres}$$

La valeur énergétique du fourrage est en effet proportionnelle

à la teneur en matière organique du fourrage et peut se calculer grâce à la formule de Breirem (Demarquilly et Weiss (30)) :

$$U. F./kg \text{ de M. S.} = \frac{236 \times M. O. D. - 1,20 \times M. O. N. D.}{1\ 650}$$

avec :

— M. O. D. en g/kg de M. S. ou matière organique digestible, c'est-à-dire (M. O. du fourrage — M. O. des fèces)

— M. O. N. D. en g/kg de M. S. ou matière organique non digestible qui se retrouve dans les fèces.

Des études de digestibilité en cages de métabolisme ont déjà été effectuées en régions tropicales (Guadeloupe, Philippines, Sénégal), mais les résultats publiés sont encore très fragmentaires, surtout pour les plantes des pâturages naturels et il est nécessaire, pour l'instant, d'estimer la valeur fourragère de ces espèces aux différents stades végétatifs par l'intermédiaire de tables de comparaison.

Compte tenu de la formule ci-dessus, la valeur énergétique approchée d'un fourrage est proportionnelle à sa teneur en matière organique (M. O. = M. S. — cendres) et inversement à la teneur en M. O. N. D. où se retrouve surtout la cellulose brute.

Il suffit donc d'estimer :

- la teneur en matières sèches du fourrage (étuve à 105 °C) ;
- la teneur en cendres (four à 600 °C) ;
- la teneur en cellulose brute.

La cellulose brute est le reliquat de la matière organique après attaque avec un mélange d'acides (acétique, trichloracétique, nitrique) d'un échantillon de fourrage, sous ébullition pendant 30 mn.

La valeur fourragère exprimée en U. F. peut alors être déterminée en utilisant la table (tabl. 7) établie par Dijkstra (34), où la valeur énergétique en U. F. est donnée pour 100 kg de M. S. de fourrages, en fonction de la teneur du fourrage en cendres et cellulose brute (cel. br.).

La valeur azotée digestible (M. A. d) du fourrage est toujours proportionnelle à la teneur en matières azotées brutes (M. A. b) et elle peut être estimée par la formule de Demarquilly :

$$M. A. d. \text{ (en g/kg de M. S.)} = 9,29 M. A. b. \text{ (p. 100 de M. S.)} - 35,2$$

La teneur en M. A. b. du fourrage est estimée par la méthode de Kjeldahl, où les matières azotées protéiques du fourrage sont d'abord

minéralisées, puis l'azote minéral obtenu est titré sous forme d'ammoniac par de l'acide sulfurique.

Cette teneur en matières azotées brutes peut être exprimée dans les bulletins d'analyses :

— soit en azote minéral ou azote Kjeldahl, correspondant au résultat du titrage,

— soit en M. A. b. ; le résultat étant alors multiplié par un coefficient conventionnel de 6,25.

Il en résulte, dans l'application de la formule ci-dessus, que pour une teneur en M. A. b. inférieure ou égale à 3,8 p. 100 (0,6 p. 100 d'azote minéral) il n'y a plus que des traces de matières azotées digestibles.

Valeur fourragère du fourrage et besoins du bétail

L'estimation de la valeur du pâturage en apport énergétique (U. F.) et en azote (M. A. d.) doit être confrontée avec les besoins du bétail afin de juger de la valeur relative du fourrage à un moment donné.

Les bovins tropicaux adultes étant des animaux dont le poids moyen varie de 200 à 400 kg, une unité bovin tropicale peut être définie comme un bovin de 250 kg à l'entretien. C'est l'U. B. T. correspondant au L. S. U. (*Livestock Standard Unit*) des pays de langue anglaise.

Ses besoins théoriques d'entretien peuvent être estimés avec des déplacements moyens d'environ 8 km par jour, ainsi que les besoins nécessaires à divers taux de croissance ou de production laitière.

La consommation journalière d'un bovin est estimée habituellement à 2,5 kg de matières sèches pour 100 kg de poids vif. Cette consommation diminue si la teneur en matières sèches est faible ou si le fourrage est peu nutritif. Elle peut au contraire augmenter si le fourrage est riche. Pour les moutons, la consommation est voisine, ainsi que les chèvres en stabulation (Chenost (23)), mais les chèvres peuvent consommer jusqu'à 5 kg de M. S. par jour, en pâturage naturel (French (36)).

En estimant à 6,25 kg la consommation journalière de l'U. B. T. en M. S., il est possible d'évaluer l'apport que doit procurer 1 kg de M. S. ingérées, afin d'assurer l'entretien de l'U. B. T., un gain de poids ou une production de lait :

$$\frac{\text{besoin U. B. T.}}{6,25} \quad (\text{tabl. 8})$$

Un kg de matières sèches de fourrage ingéré doit donc apporter un minimum de 0,45 U. F. et 25 g de M. A. d. sinon les besoins d'en-

TABLEAU 7. — Table pour le calcul des U. F. (Dijkstra)
(U. F./100 kg de M. S.)

Cendres Cel. br.																					Cendres Cel. br.		
	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0		25,0	
15,0	107,7	106,4	105	103,7	102,4	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	15,0	
15,5	106,4	105	103,7	102,4	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	15,5	
16,0	106,4	105	103,7	102,4	101,1	99,8	98,4	97,1	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	16,0		
16,5	105	103,7	102,4	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	16,5	
17,0	105	103,7	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	17,0	
17,5	103,7	102,4	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	78,5	77,1	75,8	74,5	17,5	
18,0	102,4	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	73,2	18,0	
18,5	102,4	101,1	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	18,5	
19,0	101,1	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	19,0	
19,5	99,8	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	19,5	
20,0	98,4	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	73,2	71,8	70,5	69,2	20,0	
20,5	98,4	97,1	95,8	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	69,2	67,8	20,5	
21,0	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	67,8	66,5	21,0	
21,5	95,8	94,4	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	65,2	21,5	
22,0	95,8	93,1	91,8	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	63,8	22,0	
22,5	94,4	93,1	91,8	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	22,5	
23,0	93,1	91,8	90,4	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	23,0	
23,5	91,8	90,4	89,1	87,8	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	23,5	
24,0	90,4	89,1	87,8	86,5	85,1	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	75,8	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	59,9	24,0	
24,5	89,1	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	62,5	61,2	59,9	58,5	24,5	
25,0	87,8	86,5	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	65,2	63,8	61,2	59,9	58,5	57,2	25,0
25,5	87,8	85,1	83,8	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	67,8	66,5	65,2	63,8	62,5	59,9	58,5	57,2	54,5	25,5	
26,0	86,5	85,1	82,5	81,1	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	66,5	65,2	63,8	62,5	61,2	58,5	57,2	55,9	53,2	26,0	
26,5	85,1	83,8	82,5	79,8	78,5	77,1	75,8	74,5	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	58,5	57,2	55,9	54,5	51,9	26,5	
27,0	83,8	82,5	81,1	78,5	77,1	75,8	74,5	73,2	70,5	69,2	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	59,9	57,2	55,9	54,5	51,9	50,5	27,0	

TABLEAU 7 (suite) — Table pour le calcul des U. F. (Dijkstra)

Valeur limite d'entretien

Cendres Cel. br.																					Cendres Cel. br.	
	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0		25,0
27,5	82,5	81,1	79,8	77,1	75,8	74,5	73,2	71,8	69,2	67,8	66,5	65,2	62,5	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	27,5
28,0	81,1	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	67,8	66,5	65,2	63,8	61,2	59,9	58,5	57,2	54,5	53,2	51,9	49,2	47,9	28,0
28,5	79,8	78,5	77,1	74,5	73,2	71,8	70,5	69,2	66,5	65,2	63,8	61,2	59,9	58,5	57,2	54,5	53,2	51,9	49,2	47,9	46,6	28,5
29,0	78,5	77,1	75,8	74,5	71,8	70,5	69,2	67,8	65,2	63,8	62,5	59,9	58,5	57,2	55,9	53,2	51,9	50,5	47,9	46,6	45,2	29,0
29,5	77,1	75,8	74,5	71,8	70,5	69,2	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	58,5	57,2	55,9	53,2	51,9	50,5	47,9	46,6	45,2	42,6	29,5
30,0	75,8	74,5	73,2	71,8	69,2	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	59,9	57,2	55,9	54,5	51,9	50,5	49,2	46,6	45,2	43,9	41,2	30,0
30,5	74,5	73,2	71,8	69,2	67,8	66,5	65,2	62,5	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	47,9	45,2	43,9	41,2	39,9	30,5
31,0	73,2	71,8	70,5	67,8	66,5	65,2	63,8	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	47,9	45,2	43,9	42,6	39,9	38,6	31,0
31,5	71,8	70,5	69,2	66,5	65,2	63,8	61,2	59,9	58,5	57,2	54,5	53,2	51,2	49,2	47,9	45,2	43,9	42,6	39,9	38,6	35,9	31,5
32,0	70,5	69,2	67,8	65,2	63,8	62,5	59,9	58,5	57,2	54,5	53,2	51,2	49,2	47,9	46,6	43,9	42,6	39,9	38,6	37,2	34,6	32,0
32,5	69,2	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	58,5	57,2	55,9	53,2	51,2	50,5	47,9	46,6	43,9	42,6	41,2	38,6	37,2	34,6	33,3	32,5
33,0	67,8	66,5	63,8	62,5	61,2	58,5	57,2	55,9	53,2	51,2	50,5	47,9	46,6	45,2	42,6	41,2	38,6	37,2	34,6	33,3	31,9	33,0
33,5	66,5	63,8	62,5	61,2	59,9	57,2	55,9	54,5	51,2	50,5	47,9	46,6	45,2	42,6	41,2	38,6	37,2	34,6	33,3	31,9	29,3	33,5
34,0	65,2	62,5	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	51,2	50,5	49,2	46,6	45,2	42,6	41,2	39,9	37,2	35,9	33,3	31,9	29,3	27,9	34,0
34,5	63,8	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	47,9	45,2	43,9	41,2	39,9	37,2	35,9	33,3	31,9	29,3	27,9	25,3	34,5
35,0	61,2	59,9	58,5	55,9	54,5	53,2	50,5	49,2	47,9	45,2	43,9	41,2	39,9	37,2	35,9	34,6	31,9	29,3	27,9	26,6	25,3	35,0
35,5	59,9	58,5	57,2	54,5	53,2	51,2	49,2	47,9	45,2	43,9	42,6	39,9	38,6	35,9	34,6	31,9	30,6	27,9	26,6	23,9	22,6	35,5
36,0	58,5	57,2	55,9	53,2	51,2	49,2	47,9	46,6	43,9	42,6	39,9	38,6	35,9	34,6	31,9	29,3	27,9	26,6	23,9	22,6	20,0	36,0
36,5	57,2	55,9	53,2	51,2	50,5	47,9	46,6	43,9	42,6	39,9	38,6	35,9	34,6	33,3	30,6	29,3	26,6	23,9	22,6	20,0	18,6	36,5
37,0	55,9	53,2	51,2	50,5	47,9	46,6	43,9	42,6	41,2	38,6	37,2	34,6	33,3	30,6	29,3	26,6	25,3	22,6	20,0	18,6	16,0	37,0
37,5	54,5	51,2	50,5	47,9	46,6	45,2	42,6	41,2	39,9	37,2	34,6	33,3	30,6	29,3	26,6	25,3	22,6	20,0	18,6	16,0	14,6	37,5
38,0	51,2	50,5	49,2	46,6	45,2	42,6	41,2	39,9	37,2	34,6	33,3	30,6	29,3	26,6	25,3	22,6	21,3	18,6	17,3	14,6	12,0	38,0
38,5	50,5	49,2	46,6	45,2	42,6	41,2	39,9	37,2	35,9	33,3	31,9	29,3	27,9	25,3	22,6	21,3	18,6	17,3	14,6	12,0	10,7	38,5
39,0	49,2	47,9	45,2	43,9	41,2	39,9	37,2	35,9	33,3	31,9	29,3	27,9	25,3	23,9	21,3	18,6	17,3	14,6	13,3	10,7	8,0	39,0
39,5	47,9	45,2	43,9	41,2	39,9	37,2	35,9	34,6	31,9	29,3	27,9	25,3	23,9	21,3	20,0	17,3	14,6	13,3	10,7	8,0	6,7	39,5
40,0	45,2	43,9	42,6	39,9	38,6	35,9	34,6	31,9	30,6	27,9	25,3	23,9	21,3	20,0	17,3	16,0	13,3	10,7	9,3	6,7	4,0	40,0

TABEAU 8. — Production de l'U. B. T. selon la valeur du kg de M. S.

Production U. B. T.	Apport du kg M. S.	U. F.	M. A. d (g)	$\frac{M. A. d.}{U. F.}$
	Entretien/jour		0,45	25
Gain de poids/jour				
100 g		0,50	29	60
300 g		0,60	37	60
500 g		0,70	45	65
700 g		0,80	52	65
Production laitière/jour				
1 l		0,50	34	70
3 l		0,60	53	90
4 l		0,70	63	90
6 l		0,80	82	100

retien de l'U. B. T. ne sont pas satisfaits, l'animal doit vivre sur ses réserves et il maigrit. Si son alimentation reste déficitaire, il s'établit un état de famine pouvant entraîner des lésions irréversibles puis la mort (cette valeur limite est figurée dans la table de Dijkstra par le signe : $\square \dashv$).

Si un fourrage apporte 0,5 U. F. et 34 g de M. A. d. par kg de M. S., il doit permettre une production journalière d'un litre de lait ou un gain de poids vif de 100 g.

Si un fourrage apporte plus de 0,6 U. F. et 53 g de M. A. d. par kg de M. S., il doit permettre une production journalière de plus de 3 litres de lait ou un gain de poids vif de plus de 300 g.

Quatre catégories de fourrages peuvent ainsi être mises en évidence :

1. fourrage **médiocre** n'assurant pas l'entretien de l'U. B. T. ; le kg de M. S. représente moins de 0,45 U. F. et moins de 25 g de M. A. d. ;
2. fourrage **moyen** assurant l'entretien de l'U. B. T. et une production journalière pouvant atteindre 1 litre de lait ou un gain de poids vif de 100 g ; le kg de M. S. représente :
 - 0,45 à 0,5 U. F.
 - 25 à 34 g de M. A. d.
3. fourrage de **bonne qualité**, assurant une production journalière

de l'U. B. T. pouvant atteindre 1 à 3 litres de lait ou 100 à 300 g de gain de poids vif ; le kg de M. S. représente :

0,5 à 0,6 U. F.

34 à 53 g de M. A. d.

4. fourrage **excellent**, assurant une production journalière de l'U. B. T. de plus de 3 litres de lait ou plus de 300 g de gain de poids vif, le kg de M. S. représente :

plus de 0,6 U. F.

plus de 53 g de M. A. d.

Exemples d'estimation de la valeur fourragère

Pour les productions d'un pâturage à *Hyparrhenia diplandra* (tabl. 6) :

- les repousses à 20 jours sont de qualité excellente ;
- les repousses de 30 à 40 jours sont de bonne qualité ;
- les repousses de 60 à 80 jours sont de qualité moyenne, par suite de leur faible teneur en M. A. d. ;
- le fourrage produit sur le plateau témoin est de valeur médiocre.

Il faut en conclure que l'exploitation effectuée en saison des pluies, avec un temps de repos de 30 à 40 jours, favorise de bonnes performances du bétail, tout en assurant une productivité intéressante (3 t/ha de M. S.).

L'exploitation en saison sèche des pailles produites en saison des pluies n'apporte pas de matières azotées digestibles. Celles-ci devront provenir d'autres sources (ligneux, légumineuses ou ration de complément). Cependant, l'apport énergétique du fourrage conservé sur pied n'est pas négligeable et satisfait pratiquement les besoins d'entretien.

Les récoltes périodiques de *Digitaria umfolozi* (tabl. 9, fig. 9 et 11) analysées systématiquement (cendres, matières azotées et cellulose) mettent en relief les principales variations de la teneur en éléments principaux au cours de la période active et de la saison sèche.

La teneur en matières sèches du fourrage produit varie de 15 p. 100 à 85 p. 100 selon une courbe en S. Elle est inférieure à 22 p. 100 pendant les 80 premiers jours de la saison pluvieuse. Elle se maintient entre 25 p. 100 et 30 p. 100 jusqu'à la fin de la saison pluvieuse (70 jours), puis monte progressivement jusqu'à 75 p. 100 au cours des deux premiers mois de saison sèche, pour se maintenir ensuite vers 85 p. 100.

TABLEAU 9. — Evolution de la composition de *Digitaria umfolozi*

Date	M. S. p. 100	M. O. p. 100 de M. S.	M. Cell. p. 100 de M. S.	M. A. b. p. 100 de M. S.	M. A. d. (g/kg) de M. S.	U. F./kg de M. S.
20. 5.1959	14,3	86,8	30,0	18,1	133	0,62
30. 5.1959	24,4	88,2	29,0	14,0	94,8	0,68
10. 6.1959	21,0	89,1	30,5	11,6	72,5	0,65
20. 6.1959	21,3	89,1	33,0	7,5	34,4	0,57
30. 6.1959	22,9	90,2	41,2	5,6	16,8	0,32
10. 7.1959	17,4	89,3	42,4	6,5	25,2	0,27
20. 7.1959	16,9	89,6	37,6	5,1	12,2	0,44
30. 7.1959	29,0	88,8	34,0	3,7	tr	0,54
10. 8.1959	25,6	90,0	35,8	3,2	tr	0,50
21. 8.1959	28,0	91,5	35,2	3,2	tr	0,54
31. 8.1959	26,6	88,9	37,1	3,3	tr	0,44
10. 9.1959	37,3	85,2	34,5	3,6	tr	0,46
21. 9.1959	26,0	82,6	34,4	3,6	tr	0,41
30. 9.1959	31,5	82,3	35,0	3,2	tr	0,38
10.10.1959	39,0	85,7	38,4	3,3	tr	0,33
20.10.1959	42,9	84,8	35,7	3,5	tr	0,42
31.10.1959	36,1	85,0	36,5	4,2	tr	0,39
10.11.1959	45,1	84,7	36,0	3,7	tr	0,38
20.11.1959	51,9	84,3	35,7	3,1	tr	0,41
30.11.1959	70,5	87,0	35,2	3,0	tr	0,47
10.12.1959	67,6	85,3	37,1	2,6	tr	0,38
22.12.1959	76,7	86,0	35,4	2,6	tr	0,44
30.12.1959	74,4	86,0	35,7	2,5	tr	0,43
11. 1.1960	86,4	86,5	36,9	1,2	tr	0,40
20. 1.1960	86,3	85,5	36,5	2,3	tr	0,39
3. 2.1960	90,2	84,1	36,6	2,4	tr	0,36

Si la teneur en matière organique n'évolue guère et se maintient entre 86 p. 100 et 90 p. 100 en saison pluvieuse, puis 82 p. 100 à 86 p. 100 en saison sèche, la teneur en cellulose brute passe rapidement de 30 p. 100 à 40 p. 100 dans les premiers 70 jours pour se stabiliser ensuite entre 34 p. 100 et 36 p. 100

La valeur énergétique dépasse 0,6 U. F. jusqu'au 40^e jour de croissance, puis elle descend rapidement en 60 jours vers 0,4 U. F., où elle se maintient ensuite au cours de la saison sèche.

La teneur en matières azotées brutes, qui atteint 18 p. 100 à 20 jours de croissance, descend brutalement en 30 jours à 5 p. 100, pour se maintenir ensuite entre 2,5 p. 100 et 3,5 p. 100. Il en résulte que la **valeur azotée** exprimée en grammes de matières azotées digestibles décroît rapidement de 133 g à 17 g en 40 jours et elle ne subsiste qu'à l'état de traces après 90 jours de croissance.

Ainsi, la même graminée, sur le même sol et pour la même saison, sera :

- un fourrage excellent pendant les 40 premiers jours de croissance ;
- un fourrage de bonne qualité vers 50 jours de croissance ;
- un fourrage moyen de 60 à 80 jours de croissance ;
- un fourrage médiocre au-delà de 80 jours de croissance, bien que la valeur énergétique (U. F.) soit moyenne jusqu'à 120 jours.

En exprimant à l'ha les valeurs fourragères des matières sèches produites (fig. 11), il est essentiel de remarquer que :

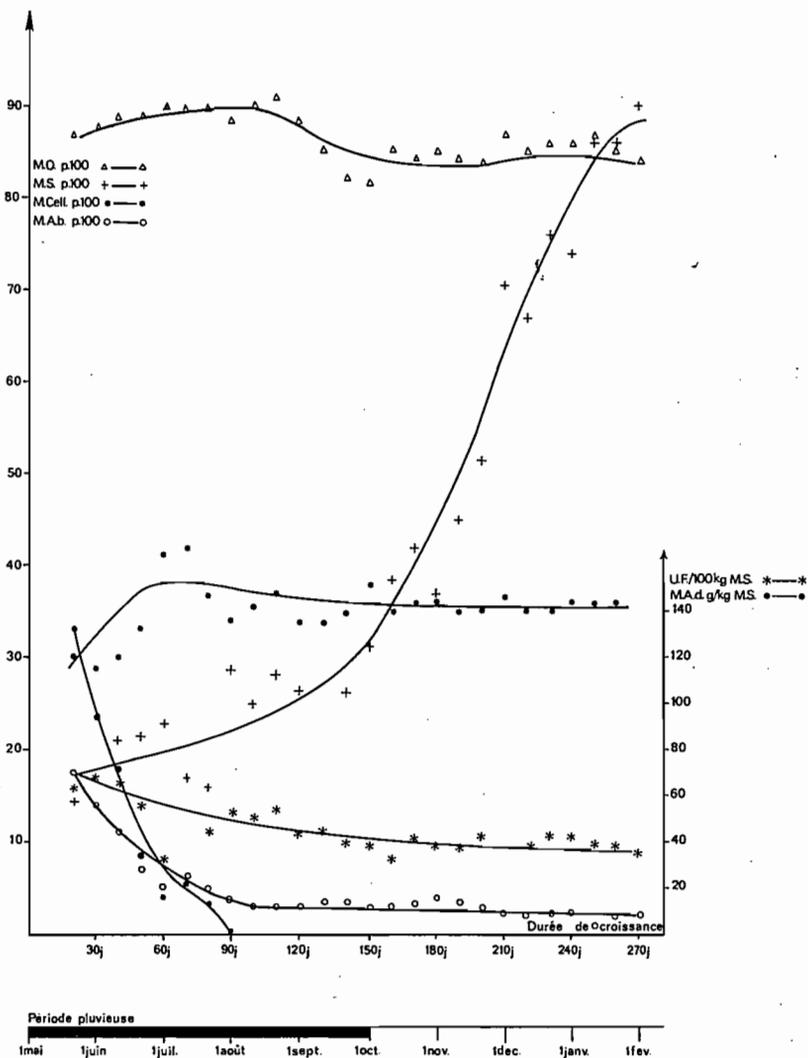


Fig. 11. — Evolution de la composition de *Digitaria umfolozi*.

— le meilleur rendement en M. S. (notion d'agronomie) est obtenu vers la fin de la période pluvieuse et il correspond au meilleur rendement en U. F. et en matières azotées brutes (4 t de M. S., 1 700 U. F. et 140 kg de M. A. b.). Cependant, les matières azotées digestibles ont pratiquement disparu à ce stade végétatif ;

— la production du meilleur fourrage équilibré en énergie et en azote est obtenue vers 50 jours de croissance (1 200 kg de M. S., 500 U. F. et 60 kg de M. A. d.) ;

— un fourrage moyen susceptible d'assurer l'entretien du bétail est obtenu jusqu'à 80 jours de croissance (environ 2 t de M. S., 800 U. F. et 20 kg de M. A. d.).

Si l'on recherche la production de fourrage la plus forte, la valeur azotée de ce fourrage sera très faible et il sera alors nécessaire de prévoir une ration azotée de complément.

Teneur en éléments minéraux des plantes consommées

La teneur en éléments minéraux peut varier avec l'espèce végétale, son stade végétatif, ainsi qu'avec le sol sur lequel se situe le pâturage, car la plante assimile et emmagasine proportionnellement à la richesse du sol des éléments minéraux assimilables (potentiel de fertilité du sol). Mais l'assimilation de la plante peut également varier avec le degré d'humidité du sol, voire son engorgement ou l'importance de l'inondation.

Par contre, les besoins des animaux sont à peu près constants et sont évalués (Quittet (57)) par rapport au poids vif de l'animal à :

5 g de chlorure de sodium par 100 kg de poids vif
5 g de calcium par 100 kg de poids vif
3 g de phosphore par 100 kg de poids vif

ce qui correspond, par kg de matières sèches ingérées à

2 g de chlorure de sodium ou 0,2 p. 100 de M. S.
0,8 g de sodium ou 0,08 p. 100 de M. S.
2 g de calcium ou 0,2 p. 100 de M. S.
1,2 g de phosphore ou 0,12 p. 100 de M. S.
2 g de magnésium ou 0,2 p. 100 de M. S.

La proportion de ces macro-éléments doit, par ailleurs, être telle que le rapport $\frac{\text{potassium}}{\text{sodium}}$ doit être compris entre 4 et 6, celui de $\frac{\text{calcium}}{\text{phosphore}}$ entre 1 et 1,7, et celui de $\frac{\text{calcium}}{\text{magnésium}}$ inférieur à 3-4.

La teneur en calcium est souvent faible pour les graminées des sols inondables, acceptable pour les graminées en vert et en pailles, forte pour les légumineuses herbacées et la plupart des espèces ligneuses consommées, très forte pour les espèces nitrophiles occupant les lieux de stationnement du bétail (anciens parcs abandonnés).

La teneur en phosphore est bonne pour les graminées en végétation ainsi que les repousses de saison sèche, mais elle est en général faible pour les pailles et la carence en phosphore est fréquente en saison sèche.

A l'exception des graminées des prairies aquatiques à longue inondation, la plupart des espèces tropicales sont excessivement pauvres en sodium.

La composition du fourrage produit avec des temps de croissance favorables à l'alimentation du bétail et l'évaluation de la matière sèche récoltable permettent d'estimer les exportations effectuées par le pâturage utilisé :

$$\begin{aligned} \text{N « Kjeldahl »} \times \text{M. S./ha} &= \text{exportations d'azote} \\ \text{K}_2\text{O} \times \text{M. S./ha} &= \text{exportations de potasse} \\ \text{P}_2\text{O}_5 \times \text{M. S./ha} &= \text{exportations de phosphore} \end{aligned}$$

L'estimation de ces exportations donne une indication des besoins théoriques en fumure, qui seront probablement nécessaires au maintien de la productivité du pâturage sous exploitation.

Les oligo-éléments sont également nécessaires dans la ration, mais leur excès comme leur insuffisance peut provoquer des troubles (Underwood (62)).

Les fourrages contenant plus de 3 à 4 mg de **sélénium** par kg de matières sèches provoquent des intoxications, alors qu'une carence se traduit par des troubles de la fertilité des animaux. Le dosage de sélénium adsorbable s'avère très délicat et ne se fait pas systématiquement. Les fourrages tropicaux présentent généralement une richesse en sélénium convenable permettant de couvrir les besoins qui sont de l'ordre de 0,1 ppm.

Le **molybdène** est toxique lorsque le fourrage en contient plus de 20 à 30 mg/kg de matières sèches, mais la composition habituelle ne dépasse pas 3 à 5 mg. Les carences en molybdène favoriseraient l'accumulation de cuivre dans le foie.

Une richesse en **cuivre** inférieure à 7 mg par kg de matières sèches peut provoquer de l'anémie et une stérilité temporaire.

Les besoins minimaux des bovins sont estimés à 10 mg de cuivre par kg de matières sèches pour assurer une croissance régulière du bétail et ils augmentent avec le taux de molybdène, car un taux élevé de molybdène diminue l'assimilation du cuivre.

Il y a généralement dans les fourrages une corrélation entre la teneur en azote et celle en cuivre de sorte que les légumineuses ont souvent une teneur en cuivre acceptable. Par contre, la teneur en cuivre est insuffisante dans les graminées dont le temps de croissance est supérieur à 30 jours et la carence en cuivre est fréquente en saison sèche.

Avec moins de 0,05 à 0,07 mg par kg de matières sèches en **cobalt**, les animaux peuvent présenter des symptômes de carence, amaigrissement, anémie, pelage rude et peau squameuse, mais les fourrages contiennent habituellement entre 0,1 et 0,3 mg par kg de M. S.

Les besoins des bovins en cobalt sont de 0,10 mg par kg de matières sèches et sont habituellement satisfaisants.

Les teneurs en cobalt sont même élevées pour les graminées des prairies aquatiques et parfois très fortes chez certains arbustes consommés (0,7 mg/kg dans les feuilles de *Cadaba glandulosa*).

Un excès de **manganèse**, de l'ordre de 700 mg par kg de matières sèches, peut provoquer la tétanie d'herbage, mais les carences se traduisant par une chute de la production de lait et diminution de la fertilité sont rares.

Les fourrages en contiennent habituellement 50 à 150 mg, alors qu'un minimum de 40 mg permet le maintien d'une production laitière.

Les besoins en **zinc** sont de l'ordre de 50 mg par kg de M. S., mais ils augmentent avec une trop grande richesse en calcium. Les carences en zinc peuvent se traduire par des lésions cutanées (parakératose).

Si la teneur en zinc est satisfaisante pour les jeunes pousses de graminées, elle est généralement insuffisante pour les graminées âgées et leurs pailles, mais elle est forte pour les légumineuses herbacées. Une carence éventuelle en zinc pourrait se faire sentir au cours de la saison sèche.

L'**aluminium** ne semble pas être nécessaire à l'animal, mais une trop grande richesse dépassant 400 mg, gêne l'assimilation du cuivre et du phosphore et sera d'autant plus grave que le taux de phosphore sera faible, ce qui est habituellement le cas dans les pâturages tropicaux.

Les besoins en **fer** sont de 50 mg par jour ou 8 mg par kg de M. S. L'excès de fer n'est pas gênant et les maladies de carence (anémie ferriprive) sont rares et liées à celles du cobalt.

Les besoins des bovins en **iode** sont faibles, de l'ordre de 400 à 800 microgrammes par jour, mais les carences en iode provoquent des goîtres et des accidents au cours de la gestation. Le dosage de l'iode est trop aléatoire pour être réalisé de façon systématique.

Les dangers de carence en sodium, phosphore, cuivre et même en zinc doivent être envisagés dans les pâturages tropicaux et la distribution de pierres à lécher, de formule adaptée aux besoins locaux, est une nécessité impérieuse pour l'amélioration de l'élevage.

Les éleveurs traditionnels sont conscients des besoins de leur bétail en éléments minéraux. C'est pourquoi la plupart des grandes transhumances passent par un lieu de **cure salée** où les troupeaux séjournent de 3 à 5 jours.

La terre distribuée aux animaux est prélevée dans un horizon sous-jacent, profond de 50 cm environ, protégé par un horizon supérieur souvent gravillonnaire, sur un glacis colluvial de mare temporaire, alimentée par le ruissellement superficiel des collines voisines. Il en résulte une accumulation de sels minéraux par évaporation de la nappe.

La terre prélevée, d'un pH de 7 à 8, est une terre sodique et magnésienne (tabl. 10) :

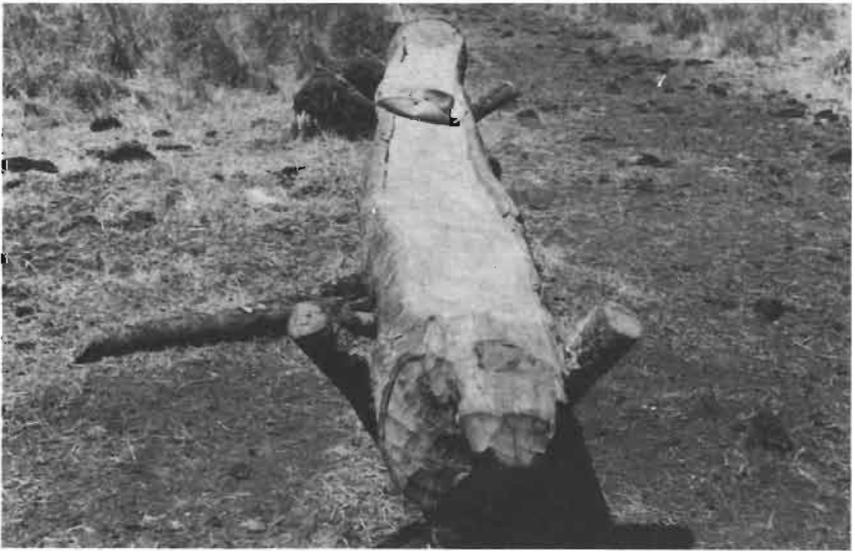
TABLEAU 10. — Analyses de cures salées

Composition	Drougamma (Est de Douentza) Mali	Karouassa (Nord d'Hombori) Mali
Macro-éléments		
(p. 100 de terre sèche)		
Calcium (Ca)	1,95	0,79
Phosphore (P)	0,023	0,012
Potassium (K)	1,73	0,44
Magnésium (Mg)	1,14	0,19
Sodium (Na)	0,67	0,57
Chlorures (Cl)	0,047	0,183
Sulfates (SO ⁴)	2,76	2,69
Oligo-éléments		
(g par kg terre sèche)		
Cuivre (Cu)	39	29
Cobalt (Co)	25	2
Zinc (Zn)	95	29
Manganèse (Mn)	463	114

Un kg de terre ingérée procure 6 à 7 g de sodium correspondant aux besoins de quelques jours, ce qui est insuffisant pour combler les déficits saisonniers.



1. Cure salée de Karouassa au Gourma (Mali).



2. Pierre à lécher artisanale coulée dans un tronc évidé (Pastorale, Adamaoua, Cameroun).

Cette pratique de la cure salée ne semble pas justifiée pour combler le déficit des pâturages en éléments minéraux, mais elle aurait un effet purgatif et assurerait un certain déparasitage des animaux. Elle doit plutôt correspondre à une tradition établie à la suite d'observations des troupeaux léchant le sol légèrement enrichi en minéraux solubles.

Elle ne peut justifier en elle-même les distances parcourues et devrait être remplacée par la distribution de pierres à lécher, plus efficace et sans doute moins contraignante dans une économie pastorale modernisée. Cependant, une limitation de la transhumance peut accroître les risques de carence et, parfois, pour des causes inattendues. C'est ainsi qu'au Ferlo (Sénégal) l'abreuvement aux forages exploitant la nappe du maestrichien a provoqué la maladie dite des forages. L'eau pompée est pauvre en phosphore et les pailles consommées en saison sèche le sont également. Les animaux sont donc atteints d'aphosphorose qui les pousse à broyer les os de cadavres, et ils contractent ainsi le botulisme dont ils meurent. Une simple distribution automatique de phosphates dans les abreuvoirs suffit alors pour juguler la maladie et supprimer la carence.

Techniques de prélèvements d'échantillons

La connaissance des espèces végétales présentes dans le pâturage et le prélèvement de fourrages pour en apprécier la teneur en matières sèches et la valeur fourragère nécessitent un minimum de précautions, du matériel de séchage et de conditionnement.

Prélèvement d'échantillons botaniques

— Récolter des échantillons complets

- Si la plante est de petite taille : on l'arrache pour récolter l'appareil souterrain. Couper longitudinalement les plantes épaisses, les bulbes, etc.
- Si la plante est de taille moyenne : on la plie plutôt que de la couper.
- Si la plante est de grande taille (arbres), on coupe des rameaux jeunes et vieux portant : feuilles, fleurs ou fruits, selon les cas. Couper les fruits si ceux-ci sont gros (découper en secteurs ou en tranches). Prendre des fragments d'écorce du tronc.

— Récolter plusieurs parts de chaque espèce

- Au moment de la détermination, il faut pouvoir sacrifier un ou plusieurs échantillons en vue de dissections :

- pour les petites espèces : 5 à 10 parts
- pour les autres : 2 à 5 parts
- Tous les spécimens récoltés sur un même pied ou dans une même touffe en un même point, au même moment, doivent porter le même numéro : chaque collecteur doit numérotter ses récoltes dans un ordre logique ; utiliser pour cela un carnet à souches et noter dessus le maximum de renseignements.
- Mettre les plantes sous presse dès leur récolte. Disposer des cartons ondulés assez souvent entre les groupes de plantes (aération).

Matériel de récolte

- | | |
|---|--|
| 1. piochon | 8. petit carnet avec un élastique autour pour les très petites espèces |
| 2. sécateur | 9. bâton recourbé pour attirer à soi les branches |
| 3. papier journal, papier buvard « herbier » | 10. crayons gras (éviter les stylos à bille) |
| 4. carton ondulé | 11. carnet à souches |
| 5. couteau | |
| 6. sangle | |
| 7. plaques de contreplaqué ou grilles métalliques | |

Sur le carnet à souches, doivent être notés, sur souche et feuillet :

- nom du collecteur
- numéro
- date
- lieu géographique
- station écologique
- numéro du relevé de végétation (éventuellement)
- état végétatif : floraison, fructification, sec, etc.
- couleur des fleurs
- présence éventuelle de latex, couleur
- forme biologique : herbe (annuelle, vivace, à bulbe, etc.)
ligneux (arbuste, arbre, etc.)
- hauteur
- diamètre du tronc (éventuellement)
- appétibilité : parties consommées, saison de consommation, par quels animaux
- nom local (vernaculaire) dialecte
- nom scientifique, famille.

Prélèvements pour valeur fourragère et productivité

Ces prélèvements sont effectués sur placeaux carrés ou rectangulaires de 4 à 25 m², selon la densité et l'homogénéité du couvert herbacé.

Après pesée en vert de la production récoltée sur le placeau, un prélèvement représentatif moyen est effectué d'un poids vert d'environ 1 kg pour obtenir un poids en sec d'environ 300 grammes.

Matériel nécessaire

- 1 cordelette pour délimiter le placeau
- 4 piquets de coin (fer à béton)
- 2 cisailles à gazon
- 1 peson à ressort ou balance romaine, gradués de 0 à 10 kg
- sacs en cotonnade brute (americani) de 60 cm de profondeur et environ 40 cm de large. Ces toiles sont souvent empesées et doivent être soigneusement lavées avant usage.

Séchage des échantillons botaniques et fourragers

Le séchage doit être aussi rapide que possible afin d'éviter les fermentations et le développement de moisissures.

En saison sèche, les sacs à prélèvements et les presses à hercier peuvent être suspendus au soleil.

Le papier buvard des échantillons botaniques doit être changé fréquemment et les sacs à prélèvements ouverts pour brasser le fourrage.

En climat humide, le séchage nécessite des moyens plus appropriés :

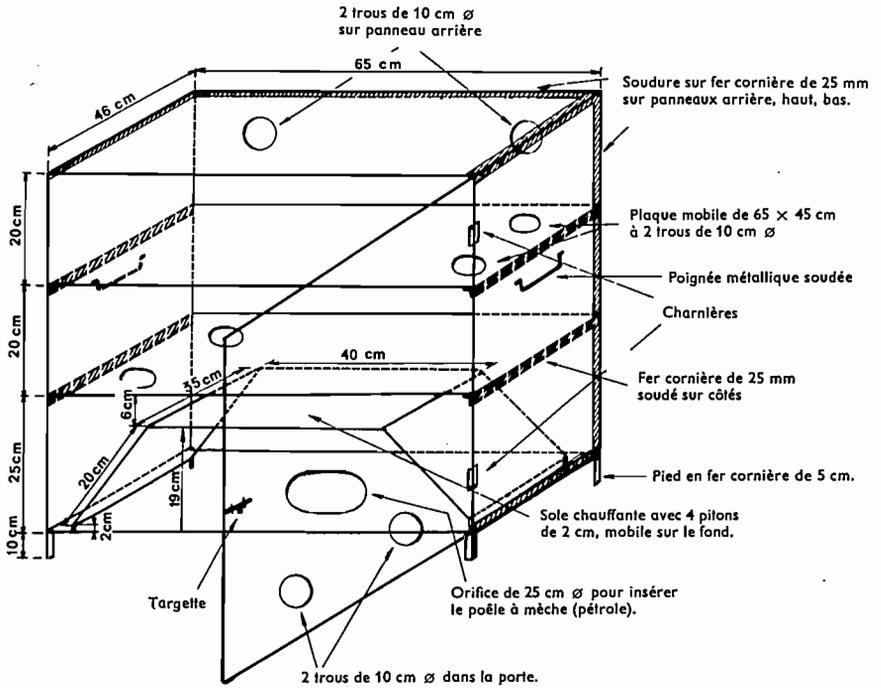
- sur une claie au-dessus d'un feu
- à l'aide d'une étuve à 60 °C, électrique ou à gaz.

Il est possible d'utiliser, sur le terrain, une petite armoire métallique, où la source de chaleur peut être un bec Bunsen à gaz butane ou un réchaud à pétrole avec mèche. Cette armoire peut être préparée spécialement à cet effet (fig. 12).

L'essentiel est d'assurer :

- une alimentation en air de la source de chaleur (orifices dans la tôle) ;
- une circulation d'air par des orifices dans les étagères et à la partie supérieure ;

ARMOIRE-ETUVE
(en tôle de 1 mm)



- une séparation entre les parois chauffées et les échantillons (sole chauffante) ;
- une chaleur moyenne (les tôles intérieures doivent être chaudes, mais non brûlantes). Régler le chauffage en conséquence (feu doux) ;
- un chauffage permanent, de jour et de nuit, jusqu'à dessiccation complète des échantillons (24 h environ en saison humide) ;
- le changement des papiers buvards des échantillons botaniques après 3 h de chauffage, puis au bout d'une journée, ainsi que le brassage des échantillons fourragers à l'intérieur des sacs ;
- le réchauffage périodique des échantillons fourragers restés dans les sacs de toile, afin d'éviter les moisissures après réhumidification.

CHAPITRE III

ÉLABORATION D'UN MODÈLE D'EXPLOITATION

Un pâturage naturel étant défini et sa productivité estimée, le régime d'exploitation le plus adapté sera proposé après l'évaluation de la capacité de charge.

Capacité de charge d'un pâturage

La capacité de charge d'un pâturage est la quantité de bétail que peut supporter le pâturage sans se détériorer, le bétail devant rester en bon état d'entretien, voire prendre du poids ou produire du lait pendant son séjour sur le pâturage.

Cette capacité de charge dépendra de la quantité de fourrage produit, mais aussi de la valeur du fourrage mis à la disposition du bétail, afin que celui-ci puisse extérioriser des performances économiquement satisfaisantes.

La **valeur énergétique** du pâturage est souvent prise exclusivement en considération. La productivité potentielle du pâturage est exprimée en U. F./ha et le bilan fourrager régional est également évalué en U. F.

Cette estimation est acceptable lorsqu'il est possible d'apporter un complément azoté au bétail en période critique.

La production de matières sèches avec des temps de croissance favorables à l'obtention d'un fourrage de qualité « bonne » est le meilleur critère pour estimer la charge en période active à la condition de respecter le temps de croissance par une rotation du troupeau adéquate.

Dans l'exemple précédent du pâturage à *Hyparrhenia diplandra*, la production du pâturage est évaluée à 3 t/ha de M. S. environ, avec

des temps de croissance de 30 à 40 jours, la période active à Wakwa (Ngaoundéré) s'étalant de début avril à fin octobre (210 jours).

La capacité de charge correspondante peut être donnée en kg de poids vif à l'ha, ou en U. B. T./ha, et ceci pour l'année entière ou pour la saison considérée. Ces diverses possibilités de présentation de la charge sont à l'origine de nombreuses confusions et il est indispensable de simplifier et régler l'expression de la capacité de charge.

La notion de **journées de pâture** d'une unité bétail standardisée semble la formule la plus satisfaisante, à charge pour les utilisateurs d'en traduire la signification pour leurs besoins particuliers.

L'unité bétail adoptée sera l'U. B. T. (bovin de 250 kg à l'entretien) dont la consommation journalière de matières sèches sera de 6,25 kg.

Pour l'exemple considéré :

- pâturage à *Hyparrhenia diplandra* (Wakwa-Cameroun)
- période active : avril à fin octobre (210 jours)
- production : 3 t/ha de M. S. à 30-40 jours de temps de croissance

— nombre de journées de pâture de l'U. B. T. : $\frac{3\ 000}{6,25} = 480$ journées

— charge saisonnière (période active) : $\frac{480}{210} = 2,28$ U. B. T./ha

Dans les conditions expérimentales, une charge effective de 500 kg de poids vif à l'ha, avec rotation (5 parcelles, 21 jours de repos et 5 jours de séjour) assure le meilleur entretien du troupeau et le pâturage prend l'aspect d'une pelouse rase, à touffes étalées, mais à chaumes fructifères peu nombreux en fin de période active, ce qui justifie l'estimation effectuée (2,28 U. B. T./ha = 530 kg).

Lorsque cette expérimentation préalable n'a pu être effectuée, il n'existe qu'une seule possibilité effective pour estimer la capacité de charge relative entre divers pâturages : la biomasse herbacée estimée en fin de période active, traduisant une **production potentielle** du pâturage.

Les pertes de biomasse en saison sèche, les pertes par piétinement et la nécessité de maintenir un peu de couverture herbacée en vue de protéger le sol contre les divers facteurs d'érosion, font que la production potentielle peut être supposée consommable à 50 p. 100 environ, au cours de l'année. Les spécialistes américains en gestion des pâturages estiment que la production potentielle peut être exploitée entre 40 et 60 p. 100 (54).

Pour l'exemple d'*Hyparrhenia diplandra*, la production potentielle

est de 4 t/ha de M. S. dont 2 t seront consommables. Le nombre de journées de pâture de l'U. B. T. peut être alors estimé à :

$$\frac{2\ 000}{6,25} = 320 \text{ journées}$$

ce qui correspond à :

— charge/ha/an :

$$\frac{320}{365} = 0,9 \text{ U. B. T./ha/an ou } \frac{320 \times 250}{365} = 217 \text{ kg/ha/an de poids vif}$$

— charge/ha/période active (S. P.) :

$$\frac{320}{210} = 1,5 \text{ U. B. T./ha/S. P.}$$

ou

$$\frac{320 \times 250}{210} = 380 \text{ kg/ha/S. P. de poids vif}$$

— charge/ha/saison sèche :

$$\frac{320}{155} = 2 \text{ U. B. T./ha/S. S.}$$

ou

$$\frac{320 \times 250}{155} = 510 \text{ kg/ha/S. S. de poids vif}$$

Cette méthode d'estimation de la charge fournit des valeurs approchées satisfaisantes à la condition toutefois qu'un feu précoce n'élimine pas la masse de fourrage produite en saison pluvieuse.

En expérimentation à Wakwa, une charge de 250 kg/ha/an (supérieure à la charge estimée par la méthode : 217 kg) a pu être maintenue tout au long de l'année, et ceci par rotation sur trois parcs : en saison pluvieuse, le troupeau est entretenu sur 2 parcs avec alternance d'un mois de pâture et un mois de repos (charge saisonnière : 375 kg/ha ; charge instantanée, sur le parc en pâture : 750 kg/ha).

En saison sèche, le 3^e parc est ouvert au bétail qui peut toujours fréquenter les deux autres (charge saisonnière de S. S. : 250 kg/ha). Le troupeau pénètre peu à peu à l'intérieur de la masse de pailles du 3^e parc, par des cheminements et il consomme peu à peu les pailles et les repousses sous-jacentes. Les refus de ce parc sont nettoyés par un feu au début de la saison pluvieuse et ce parc va être exploité à la saison pluvieuse, un autre précédemment exploité étant mis en repos. Cette technique exige une maîtrise absolue des feux accidentels.

La charge peut également être évaluée sur la base du **potentiel de matières azotées** estimé par la production potentielle en M. S. et la teneur en matières azotées brutes. Sans fumure d'appoint, cette exportation en azote correspond à une estimation de la production potentielle utilisable au cours de l'année par le bétail.

La détermination de la période active et les mesures de production potentielle en fin de cette période, avec estimation de la teneur en matières sèches et matières azotées brutes (prélèvements pour analyse) restent à la base de la détermination des capacités de charge des pâturages naturels, à défaut d'expérimentations zootechniques.

Partout où cela s'avère possible (fermes d'élevage, stations de recherches zootechniques), des **contrôles systématiques de charge** devraient être effectués avec du bétail dont la production serait contrôlée (gain de poids saisonnier ou production de lait) et ceci sur les principaux pâturages préalablement définis.

Les meilleurs contrôles de charge sont réalisés avec des lots homogènes d'animaux en période de croissance, troupeaux de mâles ou de femelles âgés de 18 à 30 mois.

Le pâturage rationnel en rotation serait contrôlé par des mesures de productivité de matières sèches sur placeaux en défens permanents, avec rythme de coupe correspondant au rythme de rotation.

Sur les parcelles pâturées, un autre placeau mobile serait mis en défens (hors pâture) à l'entrée du troupeau, puis fauché à la sortie du troupeau en même temps qu'un placeau pâturé, afin d'estimer la production entre deux pacages ainsi que les refus, le tout exprimé en matières sèches. Deux nouveaux placeaux seraient délimités à chaque passage de bétail.

En fin de chaque saison, la production du bétail serait convertie en valeurs énergétique et azotée, d'après les estimations des besoins du bétail (entretien et gain de poids) puis comparée aux productions du pâturage estimées par fauchages successifs.

Contrairement aux estimations effectuées en pays tempérés, la valeur azotée du pâturage devrait être étroitement associée à la production énergétique (U. F.). En effet, la production d'une prairie tempérée est uniquement appréciée en unités fourragères par l'intermédiaire de la notion d'U. G. B. ou **unité gros bétail** qui correspond à « une vache de 550 kg de poids vif, présente 12 mois dans l'exploitation, produisant 3 000 l de lait par an, pour une consommation approximative de 3 000 unités fourragères » (Chombard de Lauwe et collab. (25)). Tous les animaux présents dans l'exploitation sont

ainsi convertis en U. G. B., selon leurs besoins annuels exprimés en U. F. La production des prairies est alors exprimée en U. F. après conversion en U. G. B. des animaux qui y sont entretenus.

Quelle que soit l'expression des résultats adoptée, les essais de charge avec bétail sont indispensables et permettront seuls d'améliorer les estimations pouvant être effectuées à partir des mesures de production en fourrages par fauches, pesées, séchages et analyses de laboratoire.

Conduite de l'exploitation du pâturage

L'estimation de la capacité de charge et les comparaisons effectuées avec des essais de charge mettent en évidence les principes élémentaires qui doivent guider l'exploitation rationnelle d'un pâturage :

— la détermination de la **période active du pâturage** en liaison avec la saison pluvieuse délimite les deux saisons de pâture :

- saison pluvieuse correspondant à la période active,
- saison sèche correspondant à la période de repos de la végétation ;

— la **charge d'un pâturage** exploité en saison pluvieuse ou tout au long de l'année peut être définie en journées de pâture, grâce à l'évaluation de la production potentielle de M. S. ;

— la charge d'un pâturage exploité en saison sèche dépend du facteur limitant « production azotée », si l'on veut que le troupeau se maintienne en bon état.

— le rythme de pâture, au cours de l'année, réalisé grâce au **type de rotation** adopté, doit permettre une production optimale à la fois de matières sèches et de matières azotées digestibles. Pour cela, la rotation doit être adaptée tant au rythme des saisons qu'à la physiologie des plantes consommées : annuelles ou vivaces ;

— le facteur pâture, ayant un effet sélectif dans le groupement végétal constituant le pâturage, il en résulte un **déséquilibre entre les constituants** du pâturage :

strate herbacée	—	strate ligneuse	
graminées	—	légumineuses	— autres familles
espèces annuelles	—	espèces vivaces	

L'exploitation du pâturage, en particulier le rythme de pâture

et la charge doivent être adaptés au type de pâturage pour réduire les effets de ce déséquilibre ou pour favoriser les espèces les plus intéressantes du point de vue « fourrages de valeur ».

A défaut, **des traitements d'entretien et d'amélioration** seront envisagés pour maintenir ou améliorer la productivité fourragère :

— utilisation appropriée du feu pour nettoyer le pâturage ou favoriser les espèces fourragères pyrophiles, avantagées par le type de feu choisi ;

— débroussement sélectif pour limiter l'agressivité et la concurrence des espèces ligneuses vis-à-vis des espèces herbacées fourragères ;

— travail du sol en surface ou en profondeur, pour améliorer le maintien du couvert herbacé, diminuer le damage du sol dû au piétinement, faciliter l'infiltration des eaux pluviales pour limiter le ruissellement et l'érosion ;

— surtout, prévoir des mises en défens du pâturage avec mise hors pâture pendant une saison, une année ou même plus, afin que les meilleures espèces fourragères puissent se régénérer ou se multiplier ;

— associer, si nécessaire, débroussement, travail du sol, mise en défens, avec des introductions d'espèces fourragères d'origine locale ou exotique.

CHAPITRE IV

ÉTABLISSEMENT DE DOCUMENTS DE VULGARISATION CARTOGRAPHIE

La connaissance des pâturages exige donc des recherches étendues à de nombreux domaines, afin de :

- définir les types de pâturage : flore, végétation, situation écologique ;
- préciser leur évolution (dynamisme) en particulier sous pâture ;
- estimer leur productivité, leur valeur fourragère ;
- évaluer leur capacité de charge par an, par saison (journées de pâture de l'U. B. T.) ;
- définir les rotations les plus appropriées à leur exploitation ;
- proposer des traitements nécessaires au maintien ou à l'amélioration de leur production.

Ces éléments d'information doivent ensuite être mis à la disposition des utilisateurs éventuels pour la rédaction de notices descriptives et de notices d'exploitation.

L'établissement de ces documents, à fin de vulgarisation, requiert des rédacteurs une profonde expérience en la matière, afin de présenter l'ensemble des données sous une forme à la fois simple, concrète, mais complète, ce qui, dans la pratique, recèle maintes difficultés.

Un **document cartographique** offre l'avantage de présenter, sous une forme synthétique, la répartition géographique des pâturages et leur importance relative. Une carte de pâturages ne peut être une fin en soi, mais elle peut résumer remarquablement l'ensemble des données concernant les divers pâturages d'une région ; elle ne peut être qu'une image, à un moment donné, de l'état des pâturages et de leur capacité de charge ; cependant, si les types de pâturages carto-

graphiés sont définis par des méthodes adaptées (phytosociologie basée sur l'écologie) il est alors facile d'y superposer des séries évolutives, préalablement décrites dans la notice descriptive.

Délimitation des types de pâturages

Si la photo-interprétation de photos aériennes peut être une aide efficace à la réalisation de la carte, la validité des **délimitations des types de pâturages** reportés sur la carte ne pourra être certifiée que si la définition des types de pâturages précède l'élaboration de la carte. Une carte de pâturage, comme toute carte de ressources naturelles, exige préalablement une bonne prospection de terrain effectuée par du personnel qualifié ; sinon, une carte réalisée « en atelier » coûte trop cher, à la fois dans sa phase d'élaboration, mais surtout par les erreurs qu'elle entraîne ensuite (Long (52)).

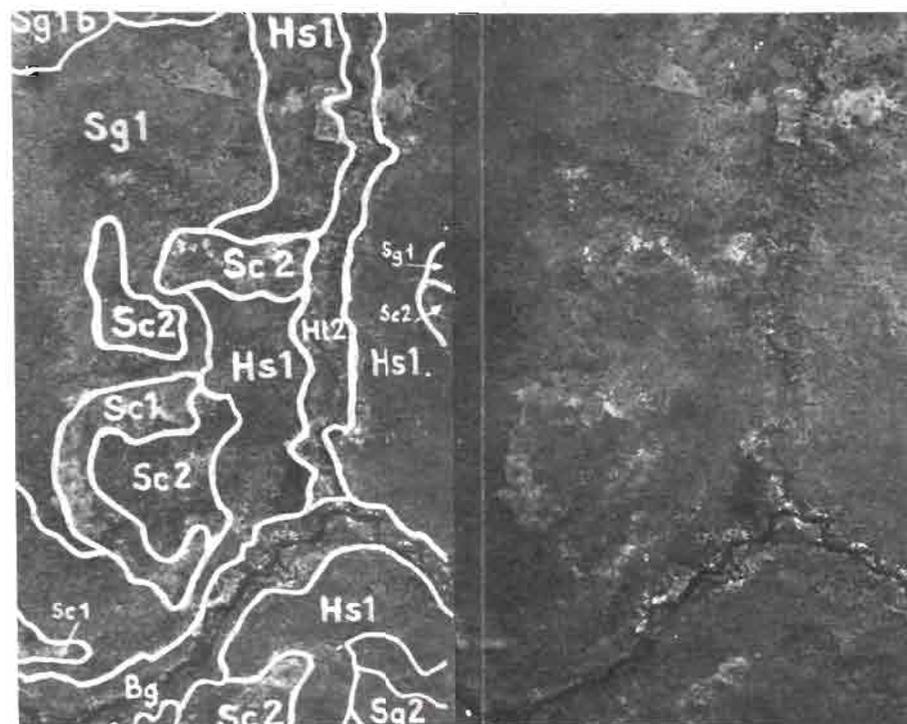
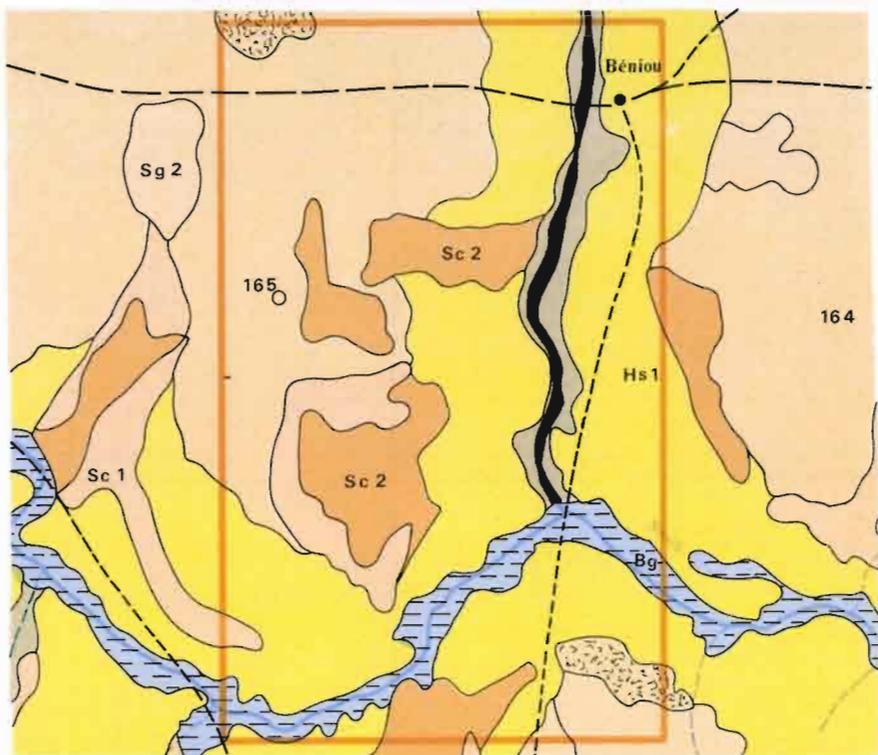
Exploitation des photos aériennes

L'exploitation des photos aériennes, à des échelles appropriées (1/25 000 et 1/50 000 en particulier) et aussi récentes que possible, facilite d'abord les travaux de prospection en dévoilant des images particulières, souvent révélatrices de faciès de végétation originaux qui pourraient être cachés au prospecteur au cours de ses déplacements, soit par la masse de la végétation elle-même, soit par un accident de terrain.

Après l'établissement du tableau synoptique des pâturages, la photo-interprétation constitue un instrument idéal pour généraliser les observations fragmentaires effectuées au cours des prospections. Une clef de critères peut être définie, afin d'établir une relation entre les types de pâturages à cartographier et certains aspects des photos décelables par examen stéréoscopique. La forme du terrain, d'ailleurs accentuée à l'examen stéréoscopique, est une caractéristique géomorphologique qui fournit de précieuses indications et la majorité, mais non l'ensemble, des critères de la clef de photo-interprétation des pâturages. Certains aspects représentatifs du couvert végétal, en particulier ligneux, sont essentiels et relativement fidèles, mais les différences de grisés sont sujettes à caution, parce que trop variables d'une vue à l'autre, à la suite de variations dans les conditions de reproduction photographique.

La délimitation des types de pâturages étant ainsi réalisée, la carte elle-même donnera l'état du pâturage à l'époque de la prospection, ainsi que la production potentielle des pâturages aux conditions pluviométriques de l'année.

La télédétection utilisant les informations fournies périodi-



	PÂTURAGES ET SITUATION ÉCOLOGIQUE	Productivité annuelle	
		Capacité de production fourragère kg de M.S. par ha	Nombre de journées de pâture de 1 UBT par ha
Sc 1	Savane arbustive sur cuirasse à <i>Schizachyrium domingense</i> et <i>Andropogon pseudapricus</i>	1 500	120
Sc 2	Savane arborée sur gravillons à <i>Schizachyrium domingense</i> et <i>Andropogon ascinodis</i>	2 500	200
Sg 1	Savane arborée sur plateaux gravillonnaires à <i>Schizachyrium domingense</i> , avec <i>Daniellia oliveri</i>	3 000	240
Sg 1b	Savane boisée sur plateaux gravillonnaires à <i>Schizachyrium domingense</i> , avec <i>Isobertinia doka</i>	3 000	240
Sg 2	Savane arborée sur plateaux sablo-gravillonnaires à <i>Schizachyrium domingense</i> , avec <i>Azelia africana</i>	3 500	280
Hs 1	Savanes arborées des pentes colluviales sablo-gravillonnaires	3 250	260
Ht 2	Savane arborée des colluvions de bas de pente à <i>Andropogon gayanus</i> var. <i>bisquamulatus</i>	4 000	320
Bg	Terrasses alluviales inondables à <i>Andropogon gayanus</i> var. <i>gayanus</i>	4 500	360

Extrait de la carte des pâturages du Ranch de Léo (Hte-Volta) par B. TOUTAIN Agrostologue et G. LAMARQUE Cartographe

	Charge théorique		Utilisation des parcours	
	Capacité annuelle de charge		Période optimum de pâture	Charge pendant cette période kg vif/ha
	kg vif/ha	ha par UBT		
Sc 1	80	3	saison des pluies (145 j.)	210
Sc 2	135	1,8	saison des pluies	350
Sg 1	165	1,5	toute l'année	165
Sg 1 b	165	1,5	toute l'année	165
Sg 2	190	1,3	toute l'année	190
Hs 1	180	1,4	toute l'année	180
Ht 2	220	1,1	toute l'année	220
Bg	250	1,0	saison sèche (220 j.)	400

Extrait des photos IGN n° 164-165 Mission 024-1950 au 1/50 000

quement par satellite est une technique qui peut faciliter l'établissement des cartes.

Les informations fournies par satellite sont obtenues pour des bandes de longueurs d'onde différentes et retransmettent des intensités d'image dues aux différences de réflexion du sol et de la végétation (réflectance) dans ces longueurs d'onde. Elles sont enregistrées sur bandes magnétiques et peuvent être transcrites par magnétoscope sous forme de photographies.

Figuration des types de pâturages

Les limites des pâturages étant localisées sur la carte, il reste à figurer les divers types de pâturages pour concilier lisibilité de la carte et complexité des informations, tout en maintenant le prix de revient du document dans des limites raisonnables.

— Le type de pâturage peut être spécifié par un symbole, par exemple un ensemble de lettres et de chiffres. Ce symbole doit tendre à rappeler, de manière mnémotechnique, l'espèce dominante et la situation écologique du pâturage.

Ainsi, dans l'exemple du tableau synoptique précédent, le type A devient :

Ht : pâturage sur terrasses à *Hyparrhenia smithiana*

Ht₁ : sous-type à *Sporobolus pyramidalis*

Ht₂ : sous-type à *Monocymbium cerasiiforme*

et le type B :

Mp : pâturage sur pentes à *Microchloa indica*.

— Le type de pâturage peut également être figuré par une trame pouvant symboliser la physionomie ou la structure de la végétation, et cette trame peut être imprimée dans une teinte précisant le bilan écologique du site du pâturage.

La gamme des teintes est habituellement choisie en accord avec l'échelle écologique des couleurs proposée par Gaussen (37) :

— bleu : humidité du sol ou forte pluviosité

— rouge : forte température

— jaune : conditions modérées.

L'association de ces teintes fondamentales fournit une série de teintes allant du violet pour la forêt équatoriale au rouge orangé pour les steppes subdésertiques.

— Le type de pâturage peut enfin être figuré par son aspect sur les photos aériennes. Les limites de pâturages sont alors reportées sur un fond établi par tramage d'un assemblage photographique (mosaïque) réduit à l'échelle de la carte, et le document cartographique est une photo-carte (Peyre de Fabrègues et Rossetti (55)).

Expression des capacités de charge

L'expression des capacités de charge des pâturages mérite d'être incluse dans la carte. Malgré les réserves concernant la validité des valeurs estimées pour les années suivantes, la valeur relative des pâturages peut ainsi être mise en évidence.

Pour en simplifier la représentation cartographique, il est préférable de distinguer par un nombre réduit de classes les diverses capacités de charge, évaluées sur la base des productions potentielles de matières sèches, et exprimées pour l'ensemble de l'année (tabl. 11).

TABLEAU 11. — Expression cartographique des capacités de charge annuelle

Classes	ha/U. B. T.	Journées de pâtûre de l'U. B. T.	Production potentielle M. S./ha (en kg)
1	10 et plus	36 et moins	450 et moins
2	5,1 à 10	36 à 73	450 à 910
3	3,1 à 5	73 à 122	910 à 1 525
4	1,1 à 3	122 à 365	1 525 à 4 560
5	1 ou moins	365 et plus	4 560 et plus

Lorsque les pâturages ne sont utilisables que pendant une saison précise, cette particularité devrait être précisée en indiquant la charge saisonnière :

$$\frac{\text{longueur de la saison en jours}}{\text{journées de pâtûre par an}} = x \text{ ha/U. B. T. pour la saison}$$

TROISIÈME PARTIE

**LES PRINCIPAUX PATURAGES
NATURELS TROPICAUX**

L'exposé consacré aux principaux pâturages naturels tropicaux et à leur conservation sera limité à l'Afrique occidentale et centrale, la gestion des pâturages d'autres zones tropicales pouvant s'en inspirer à la condition de considérer des unités écologiques homologues.

Du tropique du Cancer au golfe de Guinée, trois grandes divisions peuvent être envisagées :

- I. — Les pâturages sahéliens sous climats subdésertiques à tropicaux secs, à couvert ligneux généralement « ouvert » avec un faible degré de recouvrement.
- II. — Les pâturages soudaniens sous climats tropicaux semi-humides, à végétation dérivée des forêts claires.
- III. — Les pâturages guinéens sous climats équatoriaux humides ou d'altitude, à végétation dérivée des forêts denses.

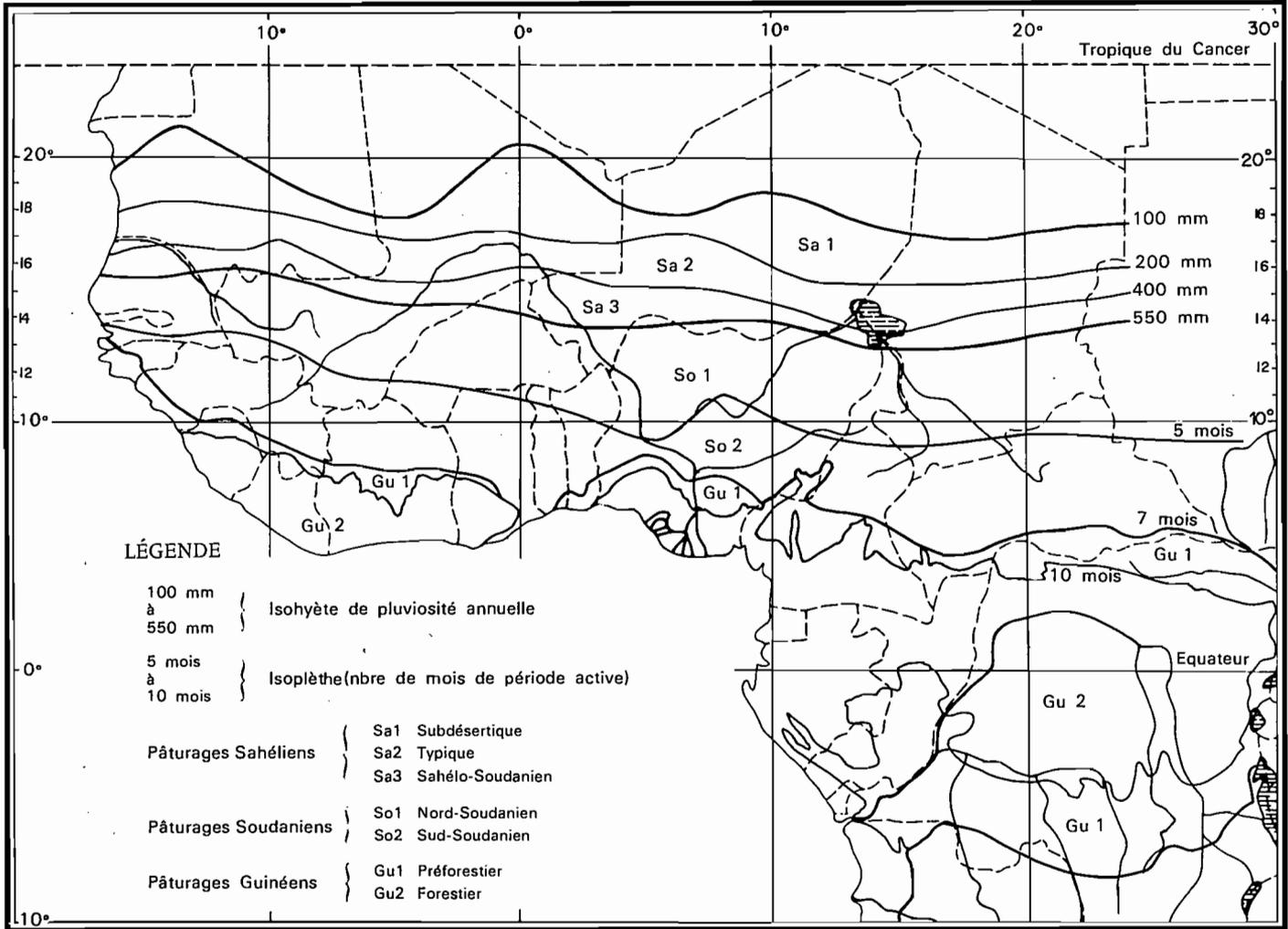
Lorsque l'aridité est le facteur limitant de la productivité du pâturage, la pluviosité annuelle est une caractéristique qui permet de délimiter les grandes unités pastorales et les pâturages sahéliens peuvent être délimités et subdivisés par des isohyètes (*) de pluviosité annuelle. Dès que la pluviosité annuelle dépasse 700 mm, la longueur de la période active des pâturages, délimitée par isoplèthes (**) est le critère le plus valable pour la subdivision des pâturages (carte 5).

(*) Une isohyète est la ligne joignant les lieux géographiques soumis à une pluviosité de même valeur.

(**) Une isoplèthe est la ligne joignant les lieux géographiques présentant une période active de même longueur.

CARTE DES PÂTURAGES EN AFRIQUE OCCIDENTALE ET CENTRALE

Carte 5.



LÉGENDE

- | | | | |
|------------------------|--|----------------------|---|
| 100 mm
à
550 mm | } Isohyète de pluviosité annuelle | | |
| 5 mois
à
10 mois | | | |
| Pâturages Sahéliens | } Sa1 Subdésertique
Sa2 Typique
Sa3 Sahélo-Soudanien | | |
| | | Pâturages Soudaniens | } So1 Nord-Soudanien
So2 Sud-Soudanien |
| | | | |

CHAPITRE I

LES PATURAGES SAHÉLIENS

Les pâturages sahéliens correspondent à une région écologique dite « à vocation pastorale » pour la raison essentielle que les conditions climatiques y sont rigoureuses et rendent aléatoire toute autre spéculation, mais l'activité élevage ne s'y exerce pas sans aléas.

Ces pâturages sahéliens sont loin d'être homogènes, car ils se diversifient le long du gradient pluviométrique ainsi qu'avec les diverses situations topographiques et la nature du sol.

Quatre grandes unités peuvent être différenciées dans le grand sahel :

- la bordure saharienne ou sahel subdésertique ;
- le sahel proprement dit ou sahel typique ;
- la zone de transition avec les pâturages soudaniens ou bordure sahélo-soudanienne ;
- les pâturages de décrue des grands fleuves transsahéliens.

Pour l'ensemble du Sahel, seront successivement présentés :

- les caractéristiques du milieu ;
- la définition des pâturages ;
- la valeur des pâturages ;
- le modèle d'exploitation.

Caractéristiques du milieu sahélien

Le sahel est le « rivage » du sahara où le désert fait progressivement place au monde tropical avec un climat à saisons tranchées, une flore et une faune adaptées.

Le sahel subdésertique est caractérisé par une période active des pâturages insignifiante, avec un climat désertique de type saharien, une pluviosité annuelle inférieure à 200 mm, avec un coefficient de variation voisin de 30 p. 100.

L'isohyète 200 mm de la pluviosité normale des 30 dernières années correspond grossièrement à la limite sud de ce secteur. Cette limite est une bande de transition qui se superpose au 17^e parallèle à l'ouest (sud de Nouakchott), rejoint Tombouctou, passe au sud de la boucle du Niger, puis le sud d'Agadès, enfin le 15^e parallèle au Tchad.

Le sahel typique est caractérisé par un climat subdésertique sahélo-saharien avec une période active des pâturages d'un mois environ (août) et une saison pluvieuse répartie sur 2 mois à 2 mois et demi, avec une pluviosité moyenne annuelle allant de 200 mm au nord à 400 mm au sud.

La transition vers le sud correspond à l'isohyète 400 mm passant par Louga au Sénégal, Kaédi et l'angle sud-est de la frontière en Mauritanie ; le lac Débo, Hombori et la frontière du Mali-Haute-Volta-Niger, le sud de Tahoua, le sud du lac Tchad et Abéché.

La bordure sahélo-soudanienne est caractérisée par un climat tropical sec sahélo-soudanais, avec une période active des pâturages d'environ 3 mois, pour une pluviosité annuelle allant de 400 mm au nord à 500-600 mm au sud. Sa limite sud correspond approximativement à l'isohyète 550 mm, passant par Dakar, Matam, Niore du Sahel, Mopti, Dori, Niamey, Zinder et le nord de Ndjamena.

Le Sahel typique peut être superposé grossièrement au type C1 (*Cenchrus biflorus* et *Eragrostis tremula*) de la carte des tapis graminéens (carte 3) et la limite sud de la bordure sahélo-soudanienne correspond à la limite sud de la steppe à fourrés de la carte de végétation (carte 4).

Pour l'ensemble du Sahel, dominé par des recouvrements éoliens sablonneux, les sols brun-rouge occupent les dunes et les sols bruns, les bas de pente et couloirs interdunaires, alors que les sols hydromorphes sont localisés aux nombreuses dépressions limono-argileuses, engorgées en période pluvieuse. Les sols squelettiques sont fréquents sur affleurements rocheux et sur les cuirasses fossiles plus ou moins démantelées avec épandage gravillonnaire.

Définition des pâturages sahéliens

Les pâturages sahéliens ont déjà donné lieu à de nombreuses études et inventaires régionaux (voir bibliographie).

De 1961 à 1973, 751 150 km² ont été cartographiés par l'I. E. M. V. T. à diverses échelles (tabl. 12).

TABLEAU 12. — Cartographie de pâturages sahéliens effectuée par l'I. E. M. V. T.

Pays	Echelle					
	1/50 000	1/100 000	1/200 000	1/400 000	1/500 000	1/1 000 000
Mali	110	1 300	40 600	—	8 000	88 000
Mauritanie	—	—	24 600	—	—	—
Niger	2 200	7 630	7 500	14 000	23 600	360 000
Sénégal	—	3 990	54 500	—	—	—
Tchad.....	1 100	—	—	22 270	88 750	—
Haute-Volta	—	3 000	—	—	—	—
Totaux (km ²)	3 410	15 920	127 200	36 270	120 350	448 000

Du Nord Sénégal au Tchad, un tableau synoptique de répartition de 53 espèces végétales principales peut être établi sur la base des études agrostologiques régionales déjà réalisées (tabl. 13)

A l'exception des espèces à distribution phytogéographique restreinte, les espèces retenues présentent une aire de distribution très vaste, mais leur amplitude écologique est variable et particulièrement sensible à la situation topographique et à la nature du substrat, variations qui peuvent être résumées par les répartitions suivantes :

- Os : dunes sableuses à fortes ondulations ;
- Ps : pénéplaines sableuses à relief arasé ;
- Pl : pénéplaines à texture plutôt sablo-limoneuse ;
- La : pénéplaines basses et dépressions à texture plutôt limono-argileuse ;
- La/R : pénéplaines à sol squelettique de texture limono-argileuse sur substrat de roches ou cuirasses ;
- RF : roches subaffleurantes ou cuirasses avec ou sans gravillons ;
- S/R : épandages sableux minces sur substrat rocheux ou cuirassé.

Le long du gradient climatique Nord-Sud, certaines espèces ont une extension très limitée, d'autres, une extension très étendue. Ces dernières peuvent coloniser des substrats différents pour compenser les différences de pluviosité. Elles peuvent également profiter de périodes pluvieuses pour étendre leur implantation, mais elles seront ensuite les plus durement touchées en périodes sèches. C'est en particulier le cas d'espèces ligneuses comme *Acacia senegal*, *Balanites aegyptiaca*, *Guiera senegalensis*.

Au Sahel subdésertique, les espèces ligneuses sont dispersées en formation très ouverte, avec :

Acacia raddiana, uniformément réparti ;

<i>Andropogon gayanus</i> (s. l.) ...	—	—	—	—	—	—	—	—	!	!	+ .3!	×	—	+ .2!	+	!	
<i>Hypparrhenia dissoluta</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	3!	—	—	—	—	
<i>Cymbopogon giganteus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	—	—	—	—	
Graminées annuelles																	
<i>Trichoneura mollis</i>	—	1.2!															
<i>Aristida hordeacea</i>	—	—	!														
<i>Sorghum aethiopicum</i>	—	—	!														
<i>Pennisetum mollissimum</i>	—	—		—	—	—	3!										
<i>Panicum laetum</i>	—	—	!	—	—	2.5!	!	!	—	—	—	—	—	—	!		
<i>Tetrapogon cenchriformis</i>	—	—		—	—	!	—	!	!	—	—	—	—	!	!		
<i>Aristida funiculata</i>	—	—	2.3!	—	!	2!	4	!	2!	—	—	—	—	2!	2!	2!	2!
<i>Aristida adscensionis</i>	—	—	!	—	—	—	—	2	2!	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	—	—	2.4!	!	—	3	3	3	—	3!	3!	1.3!	1.2!	1.4!	1.3!	3!	2
<i>Cenchrus biflorus</i>	1.3!	1.2!	!	2.4!	2	2	!	—	—	2.4!	2.3!	2	—	1	3!	—	1.4!
<i>Aristida mutabilis</i>	2	2.3!	!	3	3.4!	1.3!	1	2	—	3	1.3!	2	2	1	—	×	—
<i>Eragrostis tremula</i>	—	—	+	1	—	2!	—	—	—	1	1.2!	2.3!	2	—	—	1.2!	3!
<i>Diheteropogon hagerupii</i>	—	—		—	—	—	—	—	—	—	1.3!	3!	1.3!	2	1.3!	2	—
<i>Loudetia logoensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	1.2!;	1.3!	3	1.3!	1.3!	1.3!
<i>Elionurus elegans</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	2	2	—	—	—
<i>Andropogon pseudapricus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2!	1.2!	3	—	1.3!	1.3!
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3! ^o	2! ^o	5! ^o	4! ^o	—	—
<i>Schizachyrium exile</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	!	×	—	—	×	!	—
<i>Cenium elegans</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.2!	2!	—	—	1.2!	—	—
<i>Tripogon minimus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3!
Herbes diverses																	
<i>Indigofera sessiliflora</i>	1.2!	1															
<i>Tribulus terrestris</i>	3!	1	1	2!	2!												
<i>Blepharis linariifolia</i>	—	—	—	2	1												
<i>Tephrosia purpurea</i>	—	—	—	2!	2!												
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	—	—	—	2!	1.2!	1.3!	—	—	—	1	1	2	2	—	—	—	1
<i>Zornia glochidiata</i>	—	—	—	—	—	1	2	1.2!	—	!	1.4!	2.4!	+ .2!	—	2.3!	3!	3!

Leptadenia pyrotechnica, plutôt localisé aux formations dunaires ;
Commiphora africana et *Balanites aegyptiaca*, plutôt localisés aux pénéplaines basses.

Sur substrat sablonneux, le tapis herbacé est riche en touffes de plantes vivaces, comme les graminées :

Aristida pallida
Aristida papposa
Panicum turgidum

et la cypéracée :

Cyperus jemicus

et les graminées annuelles sont diffuses avec un recouvrement et une taille d'autant plus importants que la pluviosité de l'année sera forte :

Aristida mutabilis et *Cenchrus biflorus* sur substrat sablonneux ;
Aristida funiculata et *Schoenefeldia gracilis* sur dépressions.

Seule, l'espèce nitrophile *Tribulus terrestris* est vraiment importante comme espèce herbacée non graminéoïde.

Les affleurements rocheux, les sols squelettiques et les épandages limono-argileux sont pratiquement dénudés sous cette faible pluviosité.

Au Sahel type, les espèces ligneuses sont plus diversifiées, avec une répartition écologique assez nette, avec :

— sur sols sablonneux :

Acacia raddiana
Acacia senegal
Commiphora africana

— sur sols limoneux des couloirs interdunaires et dépressions :

Acacia ehrenbergiana
Balanites aegyptiaca
Boscia senegalensis.

Les graminées vivaces sont peu abondantes avec les espèces subdésertiques sur ondulations dunaires :

Cymbopogon proximus, sur sols limoneux ;
Andropogon gayanus, localisé à quelques micro-dépressions sur sols squelettiques.

Les graminées annuelles deviennent dominantes et constituent un tapis herbacé haut de 80 cm à 1 m, avec :

— sur sols sablonneux :

Aristida mutabilis
Cenchrus biflorus

— sur pénéplaines et dépressions limoneuses à argileuses :

Aristida adscensionis
Aristida funiculata
Panicum laetum
Schoenefeldia gracilis.

Les espèces herbacées diverses sont fréquentes sur sols sablonneux :

Alysicarpus ovalifolius
Blepharis linariifolia
Tephrosia purpurea
Tribulus terrestris
et *Zornia glochidiata* est plutôt localisé sur sols limono-argileux.

En bordure sahélo-soudanienne, de nombreuses espèces soudanaises se mêlent aux espèces du sahel typique.

Le couvert ligneux s'épaissit avec un couvert qui peut atteindre 10 à 20 p. 100 sur sols sablonneux et dépasser 60 p. 100 sur sols limono-argileux, avec :

— sur sols sablonneux :

Combretum glutinosum
Guiera senegalensis
Sclerocarya birrea

— sur sols limono-argileux :

Acacia seyal

— sur sols squelettiques :

Combretum micranthum
Pterocarpus lucens.

De nouvelles graminées font leur apparition :

Andropogon gayanus, à grande extension,

— et sur sols sablonneux :

Aristida longiflora
Hyparrhenia dissoluta.

Les graminées annuelles forment un tapis continu d'une taille dépassant 1 m ; les graminées mésophylles (*) soudaniennes dominent, et beaucoup d'espèces deviennent indifférentes à la texture du sol, en particulier :

Schoenefeldia gracilis

avec :

Loudetia togoensis

Diheteropogon hagerupii.

D'autres sont plutôt localisées aux sols sablonneux :

Aristida mutabilis

Cenchrus biflorus

Ctenium elegans

Eragrostis tremula

— et sur sols limoneux à argileux :

Andropogon pseudapricus

Aristida adscensionis

Elionurus elegans

Pennisetum pedicellatum (stations ombragées).

La légumineuse *Zornia glochidiata* devient également indifférente à la texture du sol.

Les pâturages de décrue des grands fleuves transsahéliens sont constitués par des prairies aquatiques inondées en période des hautes eaux, vers la fin de la saison des pluies et début de saison sèche dans le delta vif du Niger au Mali, en fin de saison des pluies et décembre-janvier sur le cours aval du Niger lorsque se succèdent l'apport des pluies régionales puis l'arrivée des eaux de Guinée (en République du Niger).

La hauteur et la durée de l'inondation, ainsi que la texture du sol, diversifient la flore de ces prairies aquatiques :

— prairies à *Cynodon dactylon*

avec *Andropogon gayanus*

Vetiveria nigriflora

Oryza barthii (annuel)

sur terrasses sableuses, subissant une inondation réduite à 1 mois environ au Sahel type.

(*) Plante mésophylle : plante dont les feuilles présentent une anatomie adaptée à des conditions écologiques modérées, ni très sèches, ni très humides.

- prairies à *Panicum anabaptistum*
Andropogon gayanus
Vetiveria fulvibarbis

sur terrasses alluviales sableuses, subissant une inondation réduite en bordure sahélo-soudanienne.

- prairies à *Eragrostis barteri*
avec *Acroceras amplexans*
Echinochloa pyramidalis
Oryza longistaminata
Vetiveria nigriflora

sur alluvions sableuses inondées de 30 à 50 cm pendant 3 mois environ ;

- prairies à *Brachiaria mutica*
avec *Panicum subalbidum*
Vossia cuspidata

sur alluvions sableuses inondées de 1 m environ pendant 3 mois, mais avec un courant d'eau assez fort. Cette prairie colonise surtout les cheneaux secondaires ;

- prairies (bourgoutières) à *Echinochloa stagnina*
et *Vossia cuspidata*

avec souvent :

- Echinochloa pyramidalis*
Oryza longistaminata
Vetiveria nigriflora

sur alluvions limono-sableuses à argileuses, subissant une inondation de l'ordre de 1 m pendant 3 mois ou plus.

Cette bourgoutière peut disparaître par labour pour riziculture. Le riz cultivé est souvent envahi au bout de quelques années par *Oryza longistaminata* et la parcelle abandonnée ne peut plus être recolonisée par *Echinochloa stagnina*, trop peu agressive.

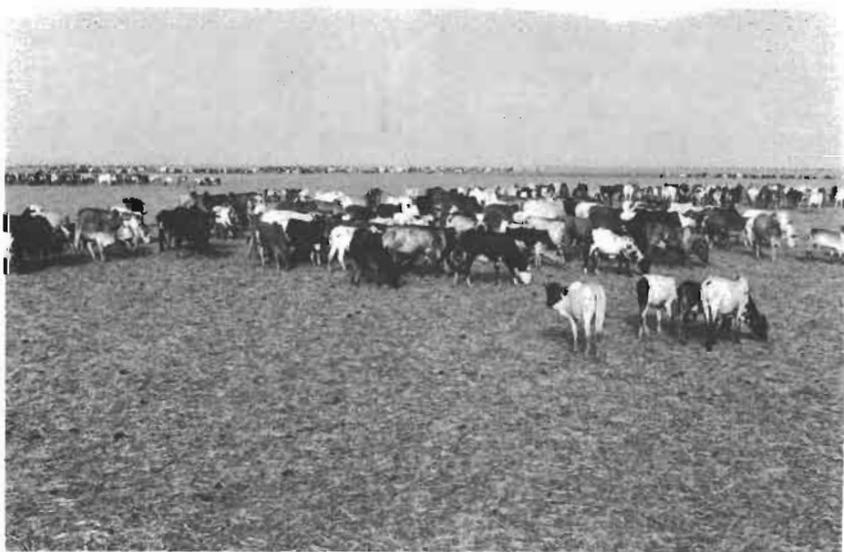
Valeur des pâturages

Dans ces pâturages sahéliens, les graminées annuelles constituent l'essentiel du stock fourrager et toutes sont appréciées à l'exception de :

- Elionurus elegans*
Loudetia togoensis



3. Bourgoutière près du lac Débo (Mali) en octobre.



4. Même bourgoutière fin avril.

Même ces dernières peuvent d'ailleurs être consommées en période de pénurie en fin de saison sèche.

Les graminées vivaces constituent des pièges pour les particules du sol transportées par le vent et elles se présentent souvent surélevées sur de petites buttes. Elles sont habituellement peu consommées en saison pluvieuse, mais toutes finissent par être appréciées en saison sèche. Certaines sont très prisées par les nomades qui utilisent les chaumes pour la préparation de nattes et le soutènement des puisards (*Andropogon gayanus* et *Cymbopogon proximus*).

Les espèces ligneuses fournissent feuilles, fleurs et fruits consommés surtout en saison sèche et l'apport des ligneux fourragers constituant le **pâturage aérien** est essentiel pour l'alimentation azotée de saison sèche.

Les ligneux apportent de l'ombrage qui délimite sous leur couronne un microclimat favorable à un développement de graminées mésophylles à forte productivité (*Brachiaria* spp., *Digitaria* spp.).

Les ligneux bas et buissonnants offrent un abri aux graminées appréciées et constituent de véritables *seed-camps* naturels à partir desquels se disséminent les semences de graminées en voie de disparition, par suite de surpâturage.

Productivité des pâturages

La productivité des pâturages sahéliens varie d'une année à l'autre avec la pluviosité. Des estimations de productivité devraient être effectuées chaque année en fin de saison pluvieuse, afin d'estimer les possibilités de charge admissible au cours de la saison sèche suivante.

Au Sahel subdésertique, la productivité d'une année moyenne est relativement faible.

Le tapis d'espèces annuelles reste lâche sur dunes sableuses avec un couvert de 5 à 10 p. 100 et une taille à épaisseur de 15 à 30 cm ; la productivité potentielle est d'environ 400 kg/ha de matières sèches, correspondant à 30 jours de pâture d'une U. B. T. de 250 kg de poids vif.

La production potentielle peut atteindre 500 kg/ha de M. S. sur pénéplaines sableuses et limoneuses, correspondant à 40 jours de pâture d'un U. B. T.

Au Sahel type, le tapis herbacé peut atteindre 50 cm de haut avec un recouvrement de 40 p. 100 sur dunes sableuses. Mais ce tapis reste discontinu et des plages de sol entièrement dénudées occupent près de 30 p. 100 du terrain. C'est pourquoi la production potentielle des dunes est estimée en moyenne à 1 000 kg/ha de M. S., bien que la production puisse atteindre 2 t localement et près de 3 t dans les creux

interdunaires ombragés. La charge moyenne à l'ha peut être estimée à 80 journées de pâture d'un U. B. T.

Sur les pénéplaines sableuses, le tapis herbacé devient continu et peut atteindre 50 cm de haut avec un recouvrement de 50 p. 100 et une production potentielle de 1 200 kg/ha de M. S. La charge moyenne à l'ha est estimée à 95 journées de pâture d'un U. B. T.

Sur les pénéplaines limoneuses et argileuses, la production potentielle est très hétérogène et peut varier d'une à trois tonnes. La charge moyenne à l'ha peut être estimée à 120 journées de pâture d'un U. B. T.

Sur sols squelettiques plus ou moins recouverts par des épandages sableux et limoneux, le tapis herbacé est discontinu et reflète l'importance du sol meuble. Souvent, les plages de sol nu peuvent représenter 75 p. 100 du paysage. La production potentielle peut alors varier de 0 à 1 800 kg/ha de M. S. et la moyenne est estimée à 800 kg. La charge moyenne à l'ha est évaluée à 65 journées de pâture d'un U. B. T.

En bordure sahélo-soudanienne, la production potentielle des dunes sableuses peut varier de 1 300 kg à 2 000 kg avec une moyenne estimée à 1 500 kg/ha de M. S.

La charge moyenne à l'ha est évaluée à 120 journées de pâture d'un U. B. T.

La production potentielle des pénéplaines sableuses et limoneuses peut varier de 900 à 1 500 kg avec une moyenne estimée à 1 200 kg et la charge moyenne à l'ha est évaluée à 95 journées de pâture d'un U. B. T.

La production potentielle des dépressions limono-argileuses peut varier de 2 t à 5 t/ha de M. S. avec une moyenne estimée à 3 000 kg/ha de M. S. La charge moyenne à l'ha est évaluée à 240 journées de pâture d'un U. B. T.

La production potentielle des sols squelettiques plus ou moins recouverts est assez variable, mais peut être estimée à 800 kg/ha de M. S. et la charge moyenne est évaluée à 65 journées de pâture d'un U. B. T.

En résumé, les pâturages du Sahel subdésertique peuvent fournir 30 à 40 jours de pâture (environ 10 ha/U. B. T.), les pâturages du sahel type peuvent fournir 80 à 95 journées de pâture sur sols sablonneux, 120 sur sols limoneux à argileux, 65 sur sols squelettiques (3 à 6 ha/U. B. T., avec une moyenne régionale d'environ 4,5 ha, les dépressions étant limitées en étendue).

En bordure sahélo-soudanienne, les pâturages peuvent fournir de 65 à 240 journées de pâture à l'ha (1,5 à 6 ha/U. B. T. avec une moyenne régionale d'environ 4 ha de pâturages effectifs, car l'emprise agricole est déjà forte dans ce secteur.

Si pour beaucoup de pâturages de décrue la production herbacée de saison des pluies est peu appétible après le retrait des eaux, celle

des vraies bourgoutières, constituées par les prairies à *Echinochloa stagnina*, est entièrement consommable pendant et après la décrue. Cette production peut atteindre de 6 à 17 t/ha de M. S. dont 13 t pour les tiges immergées, et la charge en bétail est estimée à 1 360 journées de pâture d'un U. B. T., ce qui correspond à une capacité de charge théorique de 0,3 ha/U. B. T./an et à une charge effective de 0,15 ha/U. B. T. pendant la période exondée de saison sèche. En plus, les possibilités de repousses du bourgou sont de 10 kg/ha/jour de M. S. sur sol ressuyé et de 3,5 kg/ha/jour sur sol asséché en surface, ce qui augmente la capacité de charge réelle de saison sèche, jusqu'à 0,10 ha/U. B. T.

Le bilan fourrager régional ainsi défini peut être sérieusement perturbé par les **feux courants** accidentels qui prennent une grande extension dès que la biomasse herbacée produite pendant la saison pluvieuse dépasse 1 t/ha de M. S. Une année pluvieuse favorable à la production de fourrage peut donc être une année déficitaire pour l'entretien des troupeaux en saison sèche, tant que la lutte contre les feux restera inefficace dans les faits.

Dynamisme des pâturages

Alors que les feux courants ont plutôt tendance à maintenir l'équilibre actuel entre les divers types morphologiques ainsi qu'entre les diverses strates ligneuses et herbacées, le dynamisme des pâturages, sous l'effet « pâture » peut modifier sérieusement la production potentielle des pâturages sahéliens.

Un voyageur traversant le pays en pleine saison sèche est toujours frappé par la disparition des pailles dans un large cercle autour des points d'eau permanents, ainsi que par les traces d'intense piétinement et l'abondance des bouses aux environs des abreuvoirs. Pourtant, cette « désertification » n'est qu'apparente et ne correspond qu'à une récolte du stock de pailles si la pâture n'est intervenue qu'en saison sèche après fructification des graminées (après la récolte de céréales en août, la Beauce n'a jamais été comparée à un désert). Dès les premières pluies, le paysage reverdit et le tapis herbacé se régénère avec de très légères modifications, comme l'abondance de plantes nitrophiles aux abords immédiats du point d'eau (*Tribulus terrestris*) et la multiplication du cram-cram, *Cenchrus biflorus* sur les pâturages sablonneux. La productivité du pâturage n'est pas réduite pour autant et souvent même elle s'accroît. Lorsque les troupeaux consomment des gousses d'acacias, le rejet des graines non digérées facilite localement les germinations et des fourrés peuvent apparaître dans les creux interdunaires, fréquentés en saison sèche.

Par contre, le pâturage réagit très nettement au pacage de saison des pluies, près des mares temporaires. Les animaux séjournent à proximité immédiate des points d'eau et sur un rayon de 1 à 3 km,

les espèces appetées sont tondues à un rythme accéléré qui épuise leurs réserves jusqu'à l'anéantissement de leurs possibilités de grenaison, donc de régénération. Ces plantes appetées climaciques (*) sont alors progressivement remplacées par des espèces à cycle végétatif de courte durée dont la dissémination est facilitée par les animaux (diaspores zoochores) et ces plantes de substitution offrent une moindre résistance aux agents de l'érosion. L'évolution des pâturages qui en résulte variera avec les conditions édaphiques.

Sur **sols sablonneux** des formations dunaires, le surpâturage provoque l'élimination progressive de la graminée annuelle : *Aristida mutabilis*.

Au sahel subdésertique, les touffes de *Panicum turgidum* sont arasées, mais elles subsistent en surélévation par suite du piégeage des éléments fin entraînés par le vent. Entre les touffes, s'installent les espèces de substitution à cycle court : *Boerhavia repens*, *Tribulus terrestris*.

Au sahel type, *Aristida mutabilis* fait place à une petite graminée peu appetée et à cycle de développement très court : *Tragus berteronianus*. *Cenchrus biflorus* se multiplie, car il présente l'avantage de fructifier abondamment malgré la pâture, grâce à un tallage accentué et au port prostré qui protège les pousses basses contre la dent du bétail.

Des espèces herbacées diverses se multiplient abondamment, en particulier : *Tribulus terrestris*, mais aussi : *Gisekia pharnacioides*, *Limeum viscosum*, *Mollugo nudicaulis*.

En bordure sahélo-soudanienne, le terrain est rapidement recouvert par la Papilionacée à cycle court : *Zornia glochidiata*.

Cette espèce est très recherchée par les bovins et son implantation constitue un enrichissement de la flore du pâturage. Il en résulte un afflux plus important du bétail et le piétinement exagéré favorise l'action érosive des vents en saison sèche, avec apparition de petites plages d'ablation surbaissées à sol damé, où les espèces annuelles ne parviennent plus à germer. Le tapis herbacé devient discontinu et localisé à de petites microdunes séparées par des espaces dénudés.

Sur **sols limoneux à argileux**, les phénomènes de dégradation sont très spectaculaires.

Au sahel type, le tapis herbacé peut être dense avec les graminées annuelles : *Panicum laetum*, dans les parties basses, *Schoenefeldia gracilis*, en bordure.

Ces espèces sont très appréciées du bétail et le piétinement exagéré peut favoriser une mobilisation de la partie superficielle du sol pro-

(*) Espèce végétale climacique : espèce adaptée aux conditions écologiques locales (climatiques et édaphiques) ; l'ensemble de ces espèces constitue le climax de la station.

voquant un glaçage asphyxiant, le *sealing*, qui entraîne la dénudation du terrain, les espèces annuelles ne parvenant plus à s'y implanter. Ce phénomène s'accompagne de la mort d'*Acacia ehrenbergiana* qui constituait des peuplements denses.

En bordure sahélo-soudanienne, la steppe arbustive a un couvert ligneux de 50 p. 100, avec dominance de *Boscia senegalensis* et *Grewia bicolor*.

Le tapis herbacé est bien fourni et dominé par la graminée *Schoenefeldia gracilis* et la Papilionacée *Zornia glochidiata*.

De légers creux sont encore colonisés par des peuplements de *Panicum laetum* et la graminée sciaphile (*) *Pennisetum pedicellatum* est abondante sous la couronne des arbustes.

La fréquentation de ce pâturage en saison des pluies provoque l'élimination des graminées annuelles au profit de *Zornia glochidiata* qui disparaît ensuite par plages qui vont en se réunissant. Sous l'effet du *sealing*, les ligneux meurent à leur tour, laissant une vaste étendue dénudée, damée et parsemée de bois mort.

Valeur fourragère des espèces

La valeur fourragère des espèces varie avec le stade végétatif des plantes (tabl. 14).

Les graminées, base de l'alimentation de la saison pluvieuse, sont toutes susceptibles d'assurer une production laitière journalière de plus d'un l, ou un gain de poids journalier de plus de 100 g (classe 3). Les graminées poussant à l'ombre, ainsi que certaines espèces comme *Cenchrus biflorus*, *Cyperus jemicus*, *Tribulus terrestris* et *Zornia glochidiata* (classe 4) permettent des productions journalières de plus de 3 l de lait ou plus de 300 g de gain de poids vif. A floraison, la plupart des graminées n'assurent plus que l'entretien de l'U. B. T. (classe 2).

A la fin des pluies, les graminées ne sont plus en mesure d'assurer l'entretien d'un U. B. T. (classe 1). Elles constituent alors la ration de lest indispensable, complétée par les espèces herbacées diverses, riches en azote :

Alysicarpus ovalifolius
Blepharis linariifolia
Cassia mimosoides
Citrullus lanatus

espèces souvent délaissées pendant la saison pluvieuse.

(*) Espèce végétale sciaphile : espèce adaptée aux stations ombragées.

TABLEAU 14. Valeur fourragère des espèces sahéliennes

Espèces — Stade — Période	Localisation	M. S. p. 100 fourrage	Composition en p. 100 de M. S.			Valeur fourragère				Classe
			Mat. azot.	Mat. Cel.	Cendres	par kg de fourrage		par kg de M. S.		
						U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.	
Graminées annuelles										
<i>Acroceras amplexans</i>	Décrue									
floraison octobre		25	4,7	28,3	10,8	0,18	2,1	0,71	8,5	1
<i>Aristida mutabilis</i>	Sah. (s. l.)									
jeunes pousses (juill.).....		32	7,9	35,2	8,1	0,18	12	0,55	38	3
montaison (août-sept.)		33	12,6	33,7	14,1	0,17	27	0,50	82	3
floraison (sept.).....		33	7,7	34,5	8,9	0,18	12	0,56	36	3
fructification (sept.)		60	4,9	38,3	8	0,28	6,0	0,46	10	1
pailles (oct. à févr.)		95	3,9	39,1	7,9	0,42	1,0	0,44	1,0	1
pailles (mars à juin)		95	2,1	41,0	9,0	0,34	tr	0,36	tr	1
<i>Aristida funiculata</i>	La/Sah.									
montaison (août)		34	10,3	34,1	11,7	0,18	20	0,52	60	3
fructification (sept.)	Inappété avec fr.	60	3,9	39,5	6,8	0,24	0,6	0,40	1,0	1
pailles (oct. à févr.)		95	3,1	42,0	8,3	0,33	tr	0,35	tr	1
pailles (mars à juin)		96	1,9	40,5	13,1	0,28	tr	0,29	tr	1
<i>Brachiaria</i> spp. (d'ombre)	Sah.									
montaison (août)		22	15,4	25,9	16,3	0,15	24	0,68	108	4
pailles (oct. à févr.)		94	6,0	37,0	11,1	0,41	0,19	0,44	20	1
<i>Cenchrus biflorus</i>	Sah. (s. l.)									
montaison (août)		27	8,6	34,1	13,5	0,14	12	0,50	45	3
floraison (sept. sous pâture)	Inappété avec fr.	23	16,0	30,3	11,8	0,15	26	0,64	113	4
pailles (oct. à févr.)		94	3,1	38,8	9,0	0,40	tr	0,42	tr	1
pailles (mars à juin)		94	2,6	39,1	11,1	0,35	tr	0,37	tr	1
<i>Cenium elegans</i>	Sah.-soud.									
floraison (sept.).....		37	3,5	42,6	4,8	0,13	tr	0,36	tr	1
pailles (oct. à févr.)		95	2,8	44,0	3,8	0,33	tr	0,35	tr	1
<i>Diheteropogon hagerupii</i>	Sah.-soud.									
montaison (sept.)		28	7,5	38,5	9,1	0,12	9,8	0,42	35	2
pailles (oct. à févr.)		95	1,5	45,3	4,2	0,30	tr	0,32	tr	1

<i>Eragrostis tremula</i>	Sah.-soud.									
floraison (sept.)		60	6,9	34,5	4,7	0,38	17	0,64	29	2
paillles (déc.)		97	3,4	38,7	5,8	0,49	tr	0,50	tr	1
<i>Panicum laetum</i>	La/Sah.									
floraison (sept.)		36	9,1	27,6	14,1	0,24	18	0,68	49	3
paillles (oct. à févr.)		95	3,8	31,9	10,2	0,59	0,1	0,62	0,1	1
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	ombre/Sah. soud.									
montaison (août)		20	7,7	35,0	13,0	0,10	7,2	0,48	36	2
floraison (sept.)		30	7,8	38,2	15,3	0,10	11	0,32	37	1
paillles (oct. à févr.)		95	2,8	44,0	7,8	0,26	tr	0,27	tr	1
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	La/Sah. s. l.									
montaison (août-sept.)		30	7,3	36,1	8,7	0,16	9,9	0,53	33	2
floraison (sept.)		44	6,0	38,5	9,6	0,19	9,2	0,43	21	1
paillles (oct. à févr.)		95	3,4	40,0	7,2	0,40	tr	0,42	tr	1
paillles (mars à juin)		94	1,8	40,4	8,4	0,37	tr	0,39	tr	1
Graminoïdes vivaces										
<i>Andropogon gayanus</i> s. l.	Sah.-soud.									
feuilles basales (août)		30	8,2	35,3	7,3	0,17	12	0,57	41	3
feuilles basales (oct.)		37	7,1	35,0	5,7	0,22	11	0,60	31	2
inflorescences (oct.)		45	4,3	35,1	6,9	0,27	21	0,59	4,7	1
feuilles basales (févr.)		95	2,8	39,0	6,8	0,44	tr	0,46	tr	1
repousses (mai)		42	8,8	29,5	17,1	0,24	20	0,57	47	3
<i>Brachiaria mutica</i>	Décrue									
floraison (nov.)		29	6,5	35,2	7,0	0,17	7,3	0,59	25	2
repousses (mars)		23	8,9	32,3	15,4	0,12	11	0,51	48	3
repousses de 30 jours		19	18,2	29,2	12,2	0,13	25	0,66	134	4
<i>Cyperus jemicus</i>	Sah. subdésert.									
feuilles (juill.)		24	10,5	27,8	15,7	0,16	15	0,65	62	4
floraison (août-sept.)		27	11,3	30,7	8,4	0,18	19	0,68	70	4
fructification (sept.)		35	5,2	29,0	11,3	0,24	4,5	0,69	13	1
repousses (juin)		42	4,0	33,0	8,7	0,26	0,8	0,62	2,0	1
<i>Echinochloa pyramidalis</i>	Décrue									
repousses de 30 j (mars)		18	16,8	32,5	14,2	0,10	22	0,53	121	3
<i>Echinochloa stagnina</i> (bourgou)	Décrue									
floraison (oct.-nov.)		24	9,3	35,8	12,5	0,11	12	0,46	51	2
tiges submergées (nov.)		15	4,6	42,3	8,4	0,05	1,1	0,32	7,5	1
paillles (avr.)		92	2,9	37,9	7,4	0,45	tr	0,49	tr	1
repousses de 30 j (mai)		27	14,4	27,0	16,7	0,17	27	0,64	99	4
repousses de 50 j (irrigation)		19	16,9	29,9	14,8	0,12	23	0,64	122	4

TABLEAU 14. — (Suite)

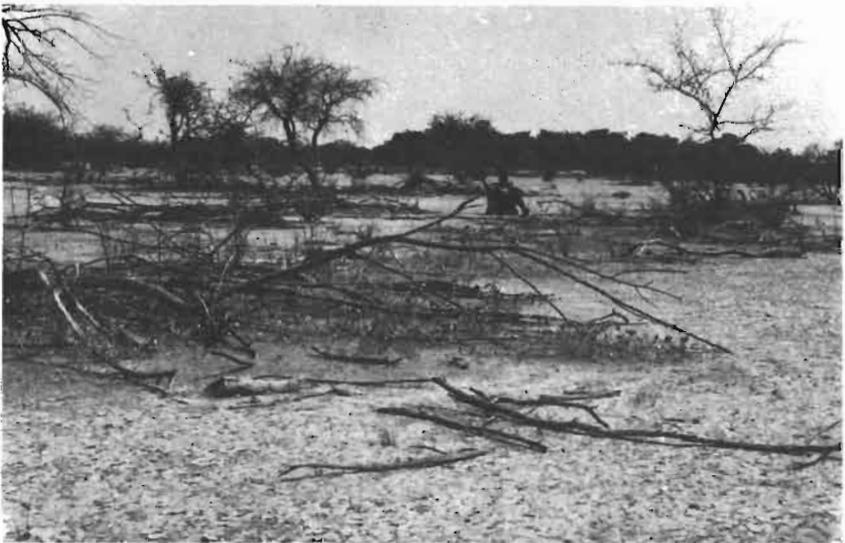
124

Espèces — Stade — Période	Localisation	M. S. p. 100 fourrage	Composition en p. 100 de M. S.			Valeur fourragère				Classe
			Mat. azot.	Mat. Cel.	Cendres	par kg de fourrage		par kg de M. S.		
						U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.	
<i>Hyparrhenia dissoluta</i>	Sable/Sah. soud.									
feuilles basales (déc.)		37	4,3	35,4	11,3	0,18	1,7	0,49	4,7	1
repousses (juin)		33	13,9	28,6	8,5	0,24	31	0,74	94	4
<i>Oryza longistaminata</i>	Décrue									
fructification (oct.)		42	15,0	27,7	20,6	0,24	44	0,56	104	3
repousses (oct. à févr.)		42	21,0	25,1	21,0	0,27	67	0,64	160	3
repousses (mars à juin)		40	14,1	27,8	25,5	0,19	38	0,48	96	2
<i>Panicum turgidum</i>	Subdésertique									
infrutescences (oct. à févr.) ..		59	4,9	36,4	8,7	0,30	5,9	0,51	10	1
extrémités de chaumes (cou-		49	4,4	38,9	7,0	0,22	2,8	0,45	5,7	1
pé à 20 cm)		49	3,6	40,2	5,6	0,22	tr	0,44	tr	1
bases de chaumes (5 à 20 cm)	broutées si sur-									
	charge									
Espèces herbacées diverses										
<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	Sables/Sah. +									
montaison (août-sept.)	Sah.-soud.	24	17,5	28,6	11,3	0,17	30	0,70	127	4
floraison (sept.)		35	18,2	24,9	13,7	0,26	47	0,75	134	4
fructification (oct.)		41	13,8	24,6	10,9	0,33	38	0,80	93	4
pailles (oct. à févr.)		94	5,2	30,7	6,7	0,68	12	0,72	13	1
<i>Blepharis linariifolia</i>	Sables/Sahel									
floraison (sept.)		30	8,4	17,9	18,8	0,25	13	0,83	43	3
infrutescences (mars)		95	8,2	24,9	15,1	0,69	39	0,73	41	3
<i>Cassia mimosoides</i>	Sah.-soud.									
infrutescences (oct.)		37	15,3	23,2	3,9	0,34	40	0,93	107	4
<i>Citrullus lanatus</i>	Sables/Sah.									
rameaux feuillus (oct.)		16	15,6	21,9	12,6	0,13	18	0,84	110	4
fruits (oct.)		8	10,0	25,7	7,8	0,07	4,6	0,83	58	4
<i>Commelina forskalei</i> (août) ...	Sables/Sah.	27	19,4	23,2	15,4	0,21	39	0,76	145	4
<i>Zornia glochidiata</i>	Sah.-Soud.									
montaison (août)		22	15,6	35,2	8,2	0,12	24	0,55	110	3
fructification (sept.)		32	16,0	29,7	6,6	0,24	36	0,75	113	4
pailles (oct.)		94	13,4	29,2	9,6	0,38	84	0,40	89	1

<i>Tribulus terrestris</i>	Subdésertique										
jeunes plants (juill.)		23	14,2	20,2	19,6	0,18	22	0,77	97	4	
floraison (sept.)		26	15,6	21,3	19,3	0,20	29	0,75	110	4	
Espèces ligneuses											
<i>Acacia albida</i>	Cultivé/Sah.-soud.										
feuilles (févr.)		31	17,8	17,5	6,4	0,31	40	1,0	130	4	
fruits complets (mars)		93	10,7	16,8	4,6	0,98	60	1,05	64	4	
pulpe de fruits (mars)		95	5,6	21,8	4,7	0,91	16	0,96	17	1	
graines (mars)		95	26,8	11,0	3,8	1,10	203	1,17	214	4	
<i>Acacia raddiana</i>	Sables/Sah. + subd.										
fruits (avr.)		94	15,0	22,5	7,7	0,85	98	0,90	104	4	
<i>Acacia senegal</i>	Sables/Sah.										
fruits (févr.)		95	15,2	22,8	8,4	0,84	100	0,88	106	4	
<i>Acacia seyal</i>	La/Sah.-soud.										
feuilles (déc.)		43	16,4	11,5	6,5	0,47	50	1,10	117	4	
fruits verts (déc.)		30	17,1	19,3	5,2	0,30	37	1,0	124	4	
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Sah. (s. l.)										
feuilles sèches (févr.)		95	9,5	11,4	17,0	0,90	50	0,95	53	4	
feuilles jeunes et fleurs (avr.)		35	20,0	20,3	10,9	0,32	52	0,90	150	4	
<i>Boscia senegalensis</i>	La/Sah. + Sah.-soud.										
jeunes feuilles (mai)		41	35,1	15,2	6,2	0,43	119	1,05	290	4	
<i>Cadaba glandulosa</i>	La/Sah.-soud.										
feuilles (déc.)		50	17,5	15,3	31,9	0,35	64	0,69	127	4	
<i>Feretia apodanthera</i>	La/Sah.-soud.										
feuilles âgées (nov.)		57	8,0	14,0	8,5	0,59	22	1,04	39	3	
<i>Grewia bicolor</i>	La/Sah.-soud.										
feuilles âgées (nov.)		45	16,7	21,5	8,8	0,40	54	0,90	120	4	
feuilles sèches (févr.)		84	7,4	17,8	14,2	0,75	28	0,90	34	3	
<i>Guiera senegalensis</i>	Sah.-soud.										
jeunes feuilles (mai)		38	15,4	28,9	5,0	0,30	41	0,78	108	4	
jeunes feuilles et fleurs (mai)		34	11,7	25,1	5,1	0,30	25	0,88	74	4	
<i>Pierocarpus lucens</i>	RF-La/Sah.-soud.										
feuilles âgées (nov.)		42	19,4	25,6	7,3	0,35	60	0,83	145	4	
feuilles sèches (févr.)		95	14,9	24,0	6,4	0,84	98	0,88	103	4	



5. Dégradation sur sable avec micro-dunes à *Zornia glochidiata*
(Sud d'Hombori, frontière Mali — Haute-Volta).



6. Dégradation sur limon argileux avec disparition du couvert herbacé et mort des ligneux
(Ouest d'Hombori (Mali)).

En pleine saison sèche, les pailles de graminées constituent un aliment de lest dont la valeur fourragère se détériore progressivement, mais les besoins en azote sont satisfaits par les productions des ligneux fourragers, qui fournissent successivement :

- feuilles âgées broutées sur les arbres et les arbustes ;
- feuilles sèches tombées au sol ;
- fruits verts broutés sur les arbustes ;
- fruits secs sur les arbustes ou au sol.

(L'analyse fractionnée des gousses d'*Acacia albida* montre que leur consommation n'apporte pas autant d'azote qu'on pouvait le supposer, car ce sont surtout les graines qui contiennent l'azote et elles sont le plus souvent rejetées dans les bouses, sans être digérées).

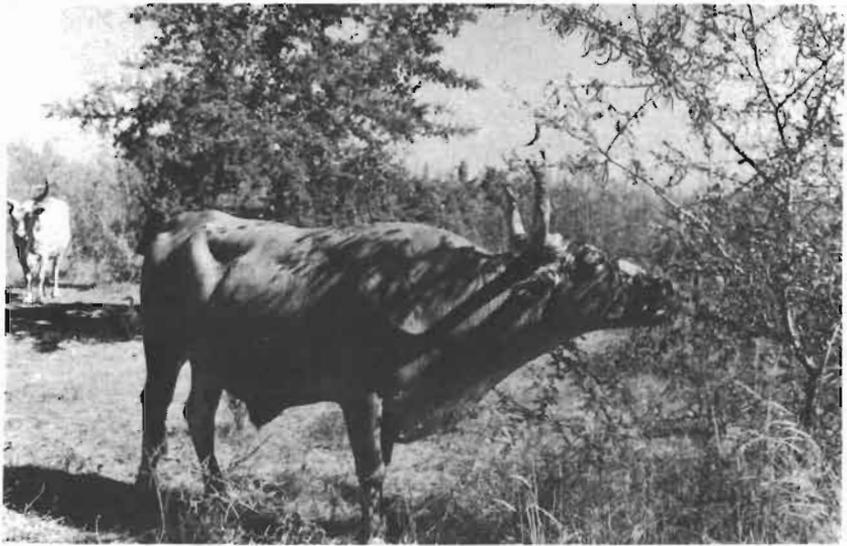
- jeunes feuilles et inflorescences après le débourrement.

Le débourrement des ligneux varie selon les années et surtout selon la situation écologique, le débourrement étant souvent plus précoce sur dépressions.

Parallèlement, la reprise de végétation des graminées vivaces procure un apport azoté appréciable.

Pour utiliser efficacement ces productions consommables échelonnées, les troupeaux doivent fréquenter les pâturages tout au long du cycle annuel et toute mise au repos prolongée d'un pâturage fait perdre une production momentanée sur la surface inutilisée. C'est ainsi que la consommation des fruits de *Citrullus lanatus*, ou courge des dunes, s'effectue en début de saison sèche et, traditionnellement, les troupeaux sont conduits sur les pâturages qui les produisent, sans souci des possibilités d'abreuvement, grâce à l'eau physiologique contenue dans ces fruits.

La récolte de foin de graminées autochtones, en fin des pluies, peut être envisagée pour constituer des réserves, mais la teneur en azote est négligeable dès la fructification et le fourrage stocké est surtout un aliment de lest. Il vaudrait mieux conserver les pailles en réserve sur pied, à l'exception de quelques stations privilégiées (dépressions, couloirs interdunaires, à forte production potentielle, où le couvert herbacé naturel, à fort rendement, mérite d'être fauché et où des cultures fourragères sont susceptibles d'être implantées, en particulier des légumineuses comme les doliques). Cette récolte de foin devrait, avant tout, être complétée par émondage et mise en bottes de rameaux feuillus des arbustes à feuilles caduques larges comme *Grewia bicolor* et *Pterocarpus lucens* dont les feuilles âgées restent très riches en azote. Lawton (79) avait d'ailleurs attiré l'attention en Afrique de l'Est sur les possibilités d'amélioration de l'affouragement du bétail en saison sèche, grâce à la mise en réserve de rameaux feuillés, récoltés en saison favorable.



7. Fruits verts d'*Acacia seyal* broutés sur l'arbuste.



8. Emondage en « parapluie » qui devrait être remplacé par une coupe franche avec limitation de l'abattage au quart des couronnes.

Un des principaux objectifs de l'encadrement des éleveurs devrait être de modifier les techniques d'émondage. Il ne faudrait couper qu'un nombre restreint de branches par arbre pour en respecter la survie. L'émondage traditionnel « en parapluie » s'effectue en se contentant d'entailler le dessus des branches qui s'affaissent sous leur poids et déchirent les tissus jusqu'au tronc, de sorte que la vigueur et le nombre de rejets sont ensuite très restreints. Un émondage par coupe franche devrait être vulgarisé, avec incision à mi-bois sur la partie inférieure de la branche, complétée par une incision sur la partie supérieure, ce qui provoque une cassure nette avec chute du rameau.

Même en Sahel subdésertique, l'homme peut être un concurrent du troupeau. Les graines de *Panicum laetum* sont recherchées par exemple pour la préparation de couscous. La cueillette peut s'effectuer avec un panier tressé contre lequel sont frappés les chaumes fructifiés. Mais, le plus souvent, le feu est mis à la nappe herbeuse après maturité ; les cendres sont ensuite balayées et vannées pour récupérer les graines. Si l'année a bénéficié d'une pluviosité excédentaire, le feu, mal contrôlé, peut quitter la cuvette et divaguer à travers les formations dunaires où le tapis herbacé, exceptionnellement dense, peut faciliter l'extension du feu.

Une éducation des populations, grâce à un effort d'encadrement, pourrait modifier ces méthodes traditionnelles de récolte en réalisant deux objectifs essentiels : récolte de couscous et de foin. Les nappes de *Panicum laetum* produisent un fourrage tendre et feuillu, avec une production moyenne d'une t/ha de M. S., qui pourrait être fauché et mis en balles. Le secouage des balles après séchage permettrait la récupération des graines pour le couscous.

Exploitation des pâturages sahéliens

L'exploitation traditionnelle des pâturages sahéliens est régie par le nomadisme ou la transhumance.

Au Sahel subdésertique, le **nomadisme** est de règle. Les éleveurs conduisent leurs troupeaux (surtout chameaux, ovins, caprins) vers les pâturages de végétation contractée dont la productivité est soumise aux chutes de pluie aléatoires et aucun cycle régulier d'exploitation ne peut être observé.

Au Sahel type, l'élevage est de type **transhumant**, chaque fraction d'éleveurs effectuant un périple précis, assurant un équilibre entre la production des pâturages et les besoins des troupeaux et défini par la tradition avec un souci de coexistence pacifique vis-à-vis des fractions voisines. Cette transhumance est traditionnellement nécessaire pour utiliser le potentiel fourrager régional, varier les types de fourrages consommés, profiter des sites de cures salées et assurer l'abreuvement des troupeaux (bovins, ovins, caprins) dans les meilleures

conditions d'approvisionnement en eau et d'économie de travail pour l'exhaure.

Seront donc successivement exploités :

— en saison des pluies : les pâturages proches des mares assez grandes pour rester en eau pendant la saison pluvieuse ;

— en début de saison sèche : les pâturages proches des nappes phréatiques peu profondes exploitables par des puisarts de 4 à 10 m ;

— en pleine saison sèche : les pâturages desservis par des fleuves et des puits atteignant des nappes profondes (80 à 100 m).

Localement, le schéma général est modifié en vue d'exploiter les prairies aquatiques (bourgoutières) accessibles progressivement au cours de la saison sèche, mais délaissées en début de saison des pluies par suite de l'isolement de ces pâtures par la montée des eaux, puis de leur submersion.

Changements intervenus dans la transhumance traditionnelle

Au cours des 50 dernières années, l'amélioration des conditions sanitaires apportée par les interventions médicales et vétérinaires de plus en plus efficaces a permis un essor démographique des populations du Sahel en même temps qu'un développement du cheptel vif.

Parallèlement, un vaste programme d'hydraulique pastorale permettait de réaliser un inventaire exhaustif des ressources en eau profonde, bientôt suivi par un programme de forages profonds équipés souvent de moyens d'exhaure mécaniques (forage de 200 à 400 m suivi d'une remontée de l'eau).

De nouveaux pâturages pouvaient être exploités, les conditions de vie des éleveurs étaient améliorées, mais le plus souvent le mode d'exploitation des pâturages n'était pas perfectionné. Souvent même, les meilleures conditions de vie et l'eau à volonté n'incitaient plus les éleveurs à maintenir leur transhumance et une certaine sédentarisation se manifestait près des forages et des grands fleuves, entraînant de profondes perturbations dans l'équilibre floristique des pâturages et même dans la santé des animaux. Ainsi apparaissait la maladie des forages au Sénégal qui s'avérait être du botulisme provoqué par une aphosphorose poussant les animaux à broyer les os de cadavres.

La multiplication du cheptel qui a découlé de ces investissements a été légèrement tempérée par une augmentation de la commercialisation qui, malheureusement, n'a pas toujours été développée selon des normes zootechniques. Les petits éleveurs sont souvent forcés de vendre de jeunes animaux, même des femelles, alors que les gros éleveurs peuvent conserver des bœufs adultes qui consomment les ressources en fourrages, sans gain de poids économiquement valable.

Il en est résulté une augmentation trop importante du cheptel global dépassant les possibilités des pâturages toujours exploités sans amélioration de leur gestion et même parfois avec relâchement des méthodes traditionnelles. Avec une charge moyenne estimée de 50 kg de poids vif/ha/an il a donc suffi d'une réduction de la pluviosité annuelle ou simplement d'une répartition mensuelle des pluies moins favorables, pour provoquer la catastrophe avec mortalité importante du bétail et exode considérable des éleveurs vers le Sud.

Possibilités d'évolution du mode d'exploitation

Toute proposition devrait pouvoir s'appuyer sur des résultats expérimentaux en vraie grandeur.

La station de Dara-Djolof, au Sénégal, est représentative de la bordure sahélo-soudanienne, avec une pluviosité moyenne annuelle de 430 mm.

Pour une biomasse moyenne de 1 300 kg, qui devait permettre l'entretien de 70 kg de poids vif/ha/an, une pâture toute l'année, avec rotation périodique, a donné les résultats suivants (Valenza et Fayolle (95)) avec des zébus de 2 ans à 2 ans et demi en pleine croissance :

— août et septembre : gain de poids journalier de 900 g/jour avec une charge de 50 kg/ha ;

— octobre à décembre : gain journalier de 400 g/jour pour une charge de 300 kg/ha, avec consommation de 60 p. 100 de la production herbacée (pailles) ;

— janvier à juin inclus : perte journalière de 170 g pour une charge de 90 kg/ha, avec une consommation réduite à 30 p. 100 du stock fourrager ;

— janvier à fin avril (avant les fortes chaleurs) : maintien du poids pour une charge de 80 kg/ha, avec consommation de 35 p. 100 du stock fourrager.

Ces résultats fragmentaires font apparaître une période difficile, mai à juin, où les pertes de poids sont inévitables sans appoint de complément azoté : arbustes fourragers, fourrage sur pied de légumineuses cultivées, distribution à l'auge de graines de coton, etc.).

Compte tenu de l'évolution des pâturages sahéliens sous l'effet pâture, il semble préférable d'aménager le terroir sahélien afin d'exploiter saisonnièrement les pâturages, certains toujours en saison des pluies, d'autres toujours en saison sèche.

Les pâturages de saison des pluies seraient plutôt desservis par des points d'abreuvement temporaires (mares naturelles ou artificielles) et ceux de saison sèche par exploitation d'eau souterraine.

Mise en valeur rationnelle du terroir

Tout projet de mise en valeur doit être intégré dans un cadre régional en tenant compte de son emprise sur les activités voisines, afin de maintenir un équilibre souhaitable entre les diverses spéculations possibles. Ainsi, un projet de développement de la riziculture sur bourgoutières peut avoir une incidence néfaste sur le développement, voire la pérennité de l'élevage régional.

A l'échelle du terroir utilisé par une fraction d'éleveurs, toute action de modernisation de l'élevage devrait s'accompagner :

— d'un inventaire du bilan fourrager avec cartographie des divers pâturages ;

— d'un inventaire des ressources en eau de surface et de profondeur ;

— d'un inventaire précis du cheptel existant avec composition des troupeaux permettant d'évaluer l'exploitation réelle des productions du cheptel ;

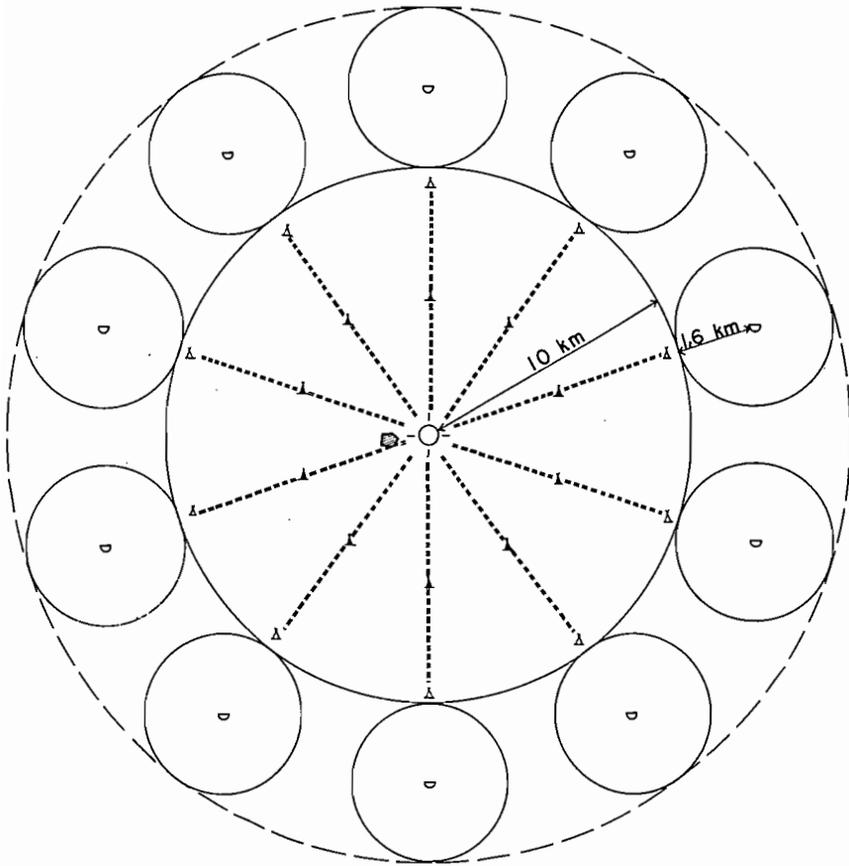
— d'un recensement de la population fréquentant traditionnellement le terroir avec estimation des besoins en encadrement technique, médical, culturel.

Il demeure généralement admis que l'exploitation des pâturages sahéliens ne peut être effectuée que grâce à la transhumance. Ceci restera vrai pendant longtemps pour le sahel subdésertique et les pâturages de décrue, bien que d'autres orientations d'exploitation puissent être envisagées à long terme (réserves de faune au sahel subdésertique, établissements saisonniers de réélevage ou d'embouche courte sur bourgoutières, etc.).

Par contre, lorsque le terroir est favorable à la production de fourrage et à l'approvisionnement en eau (Sahel type et bordure sahélo-soudanienne) l'aménagement du terroir devrait être orienté dès à présent vers une limitation de la transhumance. Au préalable, les terroirs des pâturages devraient être répartis entre les éleveurs avec promulgation d'un « code foncier ». Un « code pastoral » périodiquement révisé, préciserait les règles à respecter en matière d'exploitation des pâturages, d'amélioration pastorale et de lutte contre les feux et servirait de guide aux encadreurs dont la présence est indispensable dans tout programme d'aménagement et de mise en valeur.

Exemple d'aménagement du terroir (fig. 13)

(pour une production potentielle moyenne de 1 000 kg/ha de M. S., correspondant à 80 jours de pâture d'un U. B. T. et une période active du pâturage de deux mois et demi).



- mare temporaire de saison des pluies
- ⊙ puits permanent
- village sédentarisé
- △ campement de début de saison sèche
- ▲ campement de fin de saison sèche
- = layon à bétail

Fig. 13. — Aménagement du terroir sahélien.

— Charge estimée de saison des pluies (75 jours) :

$$250 \text{ kg} \times \frac{80}{75} = 265 \text{ kg P. V./ha}$$

— Charge estimée de saison sèche (290 jours) :

$$250 \text{ kg} \times \frac{80}{290} = 70 \text{ kg P. V./ha}$$

Pour réduire l'incidence des aléas climatiques, une **réserve** d'un cinquième de pâturage devrait être prévue en supplément, avec mise hors pâture en années pluvieuses (au bout d'un mois de saison des pluies, pour le pâturage de saison des pluies, si la pluviosité du mois est supérieure de 30 p. 100 à la normale ; en début de saison sèche, pour le pâturage de saison sèche, si la pluviosité annuelle est supérieure de 30 p. 100 à la normale). L'année suivante, la partie mise en réserve serait mise systématiquement en pâture, une autre tranche étant éventuellement mise en réserve.

La charge estimée du terroir devient alors (en U. B. T. = L. S. U. = 250 kg P. V.) ; (1 bovin recensé = 0,73 U. B. T. ; 1 ovin = 1 caprin = 0,12 U. B. T. ; 1 cheval = 1 chameau = 1 U. B. T.).

Saison des pluies :

$$265 \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{250} = 0,85 \text{ U. B. T./ha ou } 1,2 \text{ ha/U. B. T.}$$

Saison sèche :

$$70 \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{250} = 0,22 \text{ U. B. T./ha ou } 4,5 \text{ ha/U. B. T.}$$

Le pâturage exploité à partir du point d'eau de saison sèche peu s'étendre sur 10 km de rayon, représentant : 31 416 ha, avec une charge estimée à **6 980 U. B. T.**, arrondie à 7 000 U. B. T.

Ces animaux pourraient représenter le cheptel de 70 familles et un village permanent d'environ 350 personnes serait installé à 500 m environ du point d'eau.

Les **besoins en eau** pour les habitants (15 l/hab) sont estimés à 5,5 m³. Les besoins d'abreuvement en saison sèche (30 l/U. B. T.) sont estimés à 210 m³/jour.

Pour une consommation de saison sèche d'environ 216 m³/jour, il faudrait :

- avec un débit de 10 l/s, un temps d'exhaure de 6 h/jour ;
- avec un débit de 5 l/s, un temps d'exhaure de 12 h/jour ;
- avec un débit de 1,5 l/s, un temps d'exhaure de 40 h/jour.

Avec ce dernier débit, 4 ou 5 puits seraient donc nécessaires vers le centre du terroir. Les techniques d'exhaure améliorée avec traction animale (Molenaar (82)) pourraient être vulgarisées pour les puits à faible débit.

Si les forages du Niger ont des débits de 20 à 55 m³/heure (5 à 15 l/s) beaucoup de puits exploitant les nappes du socle ont de faibles débits voisins de 3 à 5 m³/heure (1 à 1,5 l/s).

Les pâturages exploités en saison des pluies pourraient être disposés au pourtour des pâturages de saison sèche et desservis par 10 mares aménagées (naturelles ou artificielles). Pour chaque mare, un pâturage de 840 ha serait suffisant pour 700 U. B. T., soit une superficie délimitée par un cercle de 1 635 m de rayon.

Chaque mare doit conserver l'eau entre deux grandes averses et avoir une réserve pour environ 15 jours de consommation : $30 \text{ l} \times 700 \times 15 = 315\,000 \text{ l}$, représentant un réservoir de 1,50 m de profondeur moyenne, 21 m de long et 10 m de large, le tout dans un matériau imperméable.

Cortin (67) juge que les mares, surcreusées dans du matériau sableux homométrique, retiennent mieux l'eau que celles situées sur matériau hétérogène et argilo-sableux. Les excavations faites dans du matériau à gravillons ferrugineux pour la recharge de pistes se révèlent toujours bien imperméables. Un petit barrage en terre établi dans un chenal à écoulement temporaire peut également retenir à peu de frais une réserve d'eau suffisante.

L'abreuvement avec eaux de surface doit faire l'objet d'un effort particulier. Actuellement, les animaux pénètrent directement dans l'eau et la souillent avec leurs déjections. Le piétinement tout autour de la mare facilite l'entraînement du sol par érosion en nappe ou en ravines et le colluvionnement du réservoir est accéléré.

Il serait indispensable de vulgariser des techniques d'exploitation de mares sans souillures. Les Borana du Sud Ethiopie ont le respect de l'eau et leurs animaux ne pénètrent jamais dans les eaux de surface, sinon un bœuf du propriétaire délinquant est sacrifié et consommé par la fraction éleveurs rassemblée. Les éleveurs préparent au bord de la nappe de petites diguettes en terre que les animaux ne doivent pas enjamber et des branchages interdisent l'accès de l'eau aux troupeaux. Les animaux sont amenés par petits groupes pour s'abreuver au dispositif. Après l'abreuvement, les fèces sont enlevées par l'éleveur qui a fait boire ses animaux afin d'éviter les souillures en cas de remontée du niveau de l'eau. De nouveaux dispositifs sont aménagés au fur et à mesure du déplacement de la nappe d'eau.

En saison sèche, chaque troupeau élémentaire de 700 têtes serait ramené dans le périmètre « saison sèche », mais stationnerait vers l'extérieur, les veaux étant maintenus à proximité de ce campement. Les troupeaux iraient boire chaque jour au puits central, empruntant des layons qui constitueraient de véritables pare-feux et formeraient, avec les pâturages exploités en saison des pluies, un réseau de pare-feux entretenus naturellement. (Il est en effet très difficile et onéreux d'entretenir des pare-feux efficaces à travers tout le Sahel. Ces pare-feux nécessitent un grattage ou un brûlis précoce sur une largeur de 10 m environ).

En mars-avril, le campement serait déplacé à 5 km du puits central pour diminuer les déplacements aux fortes chaleurs. C'est



9. Amélioration des techniques d'abreuvement aux mares en pays Borana (Sud Ethiopie).



10. L'eau de la mare est dérivée vers une rigole protégée des pattes par une diguette et des branchages éloignent le troupeau de la mare.

malheureusement la conduite opposée qui est habituellement pratiquée actuellement et souvent des animaux fatigués ne prennent plus la peine d'aller au pâturage, trop éloigné en fin de saison sèche ; ils se couchent à l'ombre d'un arbre à proximité du puits et attendent ainsi l'abreuvement suivant.

La pâture de saison sèche doit donc progresser de manière centripète vers le point d'eau alors qu'elle est traditionnellement centrifuge.

Les améliorations du pâturage pourraient être réduites dans un premier temps au respect de cette rotation (saison des pluies — saison sèche) avec mise en défens en année à pluviosité excédentaire (abandon d'une mare en août, puis de la tranche correspondante du pâturage de saison sèche) *.

Un terrain de cultures vivrières serait autorisé à proximité du village dans un site favorable : couloir interdunaire, dépression limono-sableuse. Un système d'irrigation d'appoint pendant les périodes sèches survenant en saison des pluies pourrait être envisagé en cas d'exhaure mécanique. Les cannes de petit mil seraient consommées par le bétail en saison sèche. Des *Acacia albida* seraient plantés sur le terrain de cultures et leurs fruits consommés plus tard par le bétail.

Des cultures fourragères de légumineuses pourraient être envisagées ultérieurement dans le périmètre « saison sèche » sur sites favorables (dépressions sablo-limoneuses à argileuses) pour pâture sur pied en saison sèche : *Dolichos lablab*, *Centrosema pubescens*, *Stylosanthes humilis*. Eventuellement, des graminées vivaces adaptées pourraient aussi y être implantées et récoltées en foin : *Cenchrus ciliaris*, *Chloris gayana*.

L'approvisionnement en bois de chauffage du village serait programmé par la mise hors pâture des plages envahies par des jeunes plants d'arbustes.

Si les possibilités d'aménagement de mares s'avéraient insuffisantes, un troupeau de grande transhumance serait trié en début de saison des pluies (bœufs, vaches taries, etc.) et dirigé vers des pâturages de transhumance éloignés, le plus souvent au Sahel subdésertique, et attribués dans le cadre de l'aménagement régional. Chaque année l'excès d'animaux devrait être éliminé du terroir par commercialisation, ou dirigé vers des centres de réélevage (coopératif ou autre), soit au Sahel, soit en zone soudanienne.

* Cette mise « en repos » qui pourrait se poursuivre sur 2 à 3 ans, permet une régénération du pâturage herbacé et surtout ligneux, ce qui constitue une réserve sur pied pluri-annuelle de fourrages riches en azote (*Balanites aegyptiaca*, *Cadaba glandulosa*, *Maerua crassifolia*) comparable à celle qui est produite par le cactus inerme sous climat méditerranéen. Sur les plages du sol colmaté avec disparition de la végétation herbacée et ligneuse, il faudrait profiter de cette mise au repos pour ameublir le sol au scarificateur, selon des courbes de niveau espacées de 50 à 100 m, avec ensemencement éventuel d'espèces herbacées locales.

Ces transactions devraient amorcer une activité commerciale au village (magasin coopératif d'approvisionnement en produits essentiels : tissus, thé, sucre, farines, céréales, etc.).

L'aménagement du terroir devrait supposer, de la part des éleveurs bénéficiaires, un engagement à suivre les directives d'encadrement (besoin d'un encadreur technique par terroir) et de subir la nécessité du délestage en animaux excédentaires.

CHAPITRE II

LES PATURAGES SOUDANIENS

Les pâturages soudaniens font suite aux pâturages sahéliens à partir d'une pluviosité annuelle supérieure à 550 mm.

L'aspect de la végétation de ces pâturages varie du nord au sud en même temps que la pluviosité annuelle augmente et l'on passe progressivement de la steppe à graminées mésophylles vers la forêt claire.

La zone écologique correspondante est le lieu de contact entre les éleveurs transhumants du Sahel et les agriculteurs sédentaires.

La végétation est fortement marquée par l'agriculture itinérante ; les séries évolutives de jachères avec tendance à la savane-vergers ou savane-parcs, traduisent une physionomie particulière du paysage, conséquence de la conservation de certains arbres utiles comme *Vitellaria paradoxa* ou karité, *Vitex doniana*, etc.

Malgré tout, la végétation climacique (c'est-à-dire qui n'a pas subi de modifications sous l'action de l'homme) occupe encore de vastes surfaces, dès que la population paysanne reste limitée par suite du manque de fertilité des sols ou de la présence de grandes endémies (onchocercose, trypanosomiase).

Caractéristiques du milieu soudanien

La pluviosité annuelle s'élève progressivement des régions tropicales et continentales vers les côtes et les régions équatoriales : 1 346 mm à Ferkessédougou et 1 554 mm à Ziguinchor. Les effets de cette augmentation de la pluviosité annuelle sont alors masqués par la longueur de la période active de la végétation qui devient un critère essentiel pour l'individualisation des pâturages.

Le domaine soudanien se subdivise en deux unités bien distinctes au niveau de l'isoplèthe 5 mois de période active. Pour une période active inférieure, la végétation dérive des savanes arbustives ; pour une période supérieure, la végétation dérive des forêts claires.

Cette limite, de 5 mois de période active, va de l'embouchure de la Gambie, au sud de Birao (République Centrafricaine) en passant par Kolda, sud de Bamako, nord de Bobo-Dioulasso, Navrongo au nord du Ghana, Bida et Yalo, au centre du Nigeria, Moundou et Fort-Archambault, au Tchad. Le long de cette ligne, la pluviosité annuelle oscille entre 1 100 et 1 300 mm.

La limite sud du domaine soudanien coïncide également à une durée de période active d'environ 7 mois, correspondant à des pluviosités annuelles variant de 900 mm (Lomé) à 1 550 mm (Ziguinchor).

Les sols du domaine soudanien sont des sols ferrugineux tropicaux. Mais les cuirasses anciennes sont fréquentes sur les plateaux ainsi que les sols à gravillons ferrugineux.

Définition des pâturages soudaniens

De part et d'autre de l'isoplèthe 5 mois de période active, les pâturages naturels soudaniens dépendent en premier lieu de la nature du sol :

- sol squelettique à cuirasse (Sc),
- sol squelettique à gravillons (Sg),
- sol ferrugineux de plateaux (P),
- sol ferrugineux, à hydromorphie de profondeur, des colluvions de terrasses (T).

Dans le tableau de répartition des principales espèces, la localisation des pâturages, vis-à-vis de l'isoplèthe 5 mois, est précisée par l'adjonction d'une lettre (tabl. 15) :

- n = Nord
- s = Sud
- c = Centre.

Pâturages du secteur nord-soudanien

Ils sont caractérisés par la rareté des graminées vivaces. Seul, *Andropogon gayanus* abonde localement sur sol profond, à bonne alimentation hydrique de profondeur.

Les graminées annuelles, qui apparaissent en bordure sahélo-soudanienne, en association avec les espèces sahéliennes, deviennent ici dominantes :

- Andropogon pseudapricus*
- Diheteropogon hagerupii*
- Pennisetum pedicellatum* (à l'ombre des ligneux).

TABLEAU 15. — Répartition des principales espèces soudaniennes

	Sgn	Tn	Pn	Pc	Ps	Ts	Sgs	Scs
Ligneux								
* <i>Combretum micranthum</i>	3!	—	+					
* <i>Combretum nigricans</i>	1.3!	—	2	2.3!	2			
* <i>Guiera senegalensis</i>	+ .2!	—	2.3!					
* <i>Combretum glutinosum</i>	2	2.3!	2.4!	4	2	—	+ .2!	2!
<i>Bombax costatum</i>	1.2!	—	1.2!	1.2!	1			
<i>Piliostigma reticulatum</i>	—	1.3!						
<i>Hyphaene thebaica</i>		!						
<i>Lansea acida</i>	+	—	—	—	—	—	1	
<i>Burkea africana</i>	—	—	—	—	—	—	2	
<i>Bridelia ferruginea</i>	—	—	—	—	—	1.2!	1	
<i>Terminalia laxiflora</i>	—	—	—	—	—	—	1	
<i>Detarium microcarpum</i>	—	—	—	—	—	1.2!	1.3!	
<i>Daniellia oliveri</i>	—	—	—	—	—	2.3!	2	
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	—	—	—	—	—	2	1.2!	
<i>Terminalia avicennioides</i>	—	—	—	—	—	2	+	
<i>Isobertinia doka</i>	—	—	—	—	—	1.3!	×	
<i>Gardenia erubescens</i>	—	—	—	—	—	2		
<i>Khaya senegalensis</i>	—	—	—	—	1			
<i>Parkia biglobosa</i>	—	—	—	—	1	1	+	
<i>Pericopsis laxiflora</i>	—	—	—	—	×	1	1.2!	
<i>Vitellaria paradoxa</i>	—	2	—	×	—	1.3!	2	
<i>Piliostigma thonningii</i>	—	—	—	1	1	1	1	
<i>Terminalia macroptera</i>	—	—	—	+	2	2	1	
<i>Pterocarpus erinaceus</i>	—	—	—	2	2	2	1	
<i>Anogeissus leiocarpus</i>	—	—	—	1.3!				
Graminées vivaces								
* <i>Andropogon gayanus</i> s. l.	—	2	1.3!	—	—	3.4!		
* <i>Hyparrhenia dissoluta</i>	—	!	—	—	—	1.4!	1.3!	
* <i>Cymbopogon giganteus</i>	—	—	—	—	—	1		
<i>Hyparrhenia smithiana</i>	—	—	—	—	—	1.3!		
<i>Hyparrhenia subplumosa</i>	—	—	—	—	—	1.3!	1	
<i>Ctenium newtonii</i>	—	—	—	—	—	1.2!	1.2!	
<i>Andropogon ascinodis</i>	—	—	—	—	—	2.3!	3	1!
<i>Andropogon tectorum</i>	—	—	—	—	2.3!°	3!°	3!°	
<i>Diheteropogon amplexans</i>	—	—	—	—	1.2!	—	1.3!	
<i>Elionurus pobeguinii</i>	—	—	—	—	—	—	1.3!	
<i>Schizachyrium sanguineum</i>	—	—	—	—	—	—	!	
<i>Loudelia simplex</i>	—	—	—	—	—	—	—	1.4!
Graminées annuelles								
* <i>Diheteropogon hagerupii</i>	—	3	2.3!	3				
* <i>Loudelia togoensis</i>	1.4!	—	—	—	—	—	—	1.4!
* <i>Andropogon pseudapricus</i>	1.3!	—	—	2	—	—	—	1.3!
* <i>Pennisetum pedicellatum</i>	—	—	3!°					
* <i>Ctenium elegans</i>	—	—	1.3!					
* <i>Eragrostis tremula</i>	—	—	2					
<i>Microchloa indica</i>	4!	—	—	—	—	!	!	3!
<i>Pennisetum subangustum</i>	—	—	—	2	2			
<i>Paspalum orbiculare</i>	—	3!						
Herbes diverses								
<i>Cassia mimosoides</i>	—	2	2					
<i>Monechma ciliatum</i>	—	—	2	1				
<i>Borreria stachydea</i>	—	—	1					
<i>Tephrosia linearis</i>	—	—	1					

* espèces déjà citées au Sahel

Le couvert ligneux devient important et les zones d'ombrage occupent souvent plus de 30 p. 100 du sol.

Sur plateaux à sol profond, un faciès particulier à *Anogeissus leiocarpus* fait transition entre les deux secteurs en bordure nord de la limite. Ces forêts claires à *Anogeissus* se retrouvent au nord de la Gambie, pour le Sénégal, au sud de Ségou (Mpassoba) pour le Mali, et au nord de Moundou-Fort-Archambault pour le Tchad.

Pâturages du secteur sud-soudanien

Les pâturages du secteur sud-soudanien, dérivant des forêts claires, présentent une physionomie et une flore très diversifiées, avec de nouvelles espèces ligneuses et de nombreuses graminées vivaces.

Le couvert ligneux occupe fréquemment plus de 60 p. 100 du sol et les graminées d'ombre prennent de l'importance :

Andropogon tectorum
Pennisetum subangustum

alors que les cuirasses nord-soudaniennes restaient dénudées ; le moindre dépôt d'éléments fins permet l'installation de graminées annuelles :

Andropogon pseudapricus

et même des graminées vivaces :

Andropogon ascinodis
Loudetia simplex.

Les vallées des rivières importantes présentent fréquemment un lit majeur constitué par une terrasse basse d'alluvions soumise à des inondations de courte durée vers la fin de la saison des pluies. Ce lit majeur est occupé par une savane herbeuse où les graminées se disposant en ceinture sont des indices fidèles des variations écologiques : texture du sol, durée d'inondation ou d'engorgement du profil.

La limite d'inondation est précisée par la présence d'*Hyparrhenia rufa*, remplaçant *Andropogon gayanus*, qui reste plutôt localisé aux terrasses non inondables.

Pour des périodes d'inondation plus importantes, la savane herbeuse est dominée par les graminées vivaces :

Anadelphia afzeliana
Andropogon africanus
Andropogon canaliculatus
Elymandra androphila
Panicum fluviicola
Setaria sphacelata
Sorghastrum trichopus.



Hyparrhenia rufa Stapf (Gramineae-Andropogoneae)

A, ligule. B-C, paires d'épillets. B₁, entrenœud de l'épi. B₂C₁ pédicelle de l'épillet pédicellé. B₃C₂, épillet sessile vu de dos et de face. B₄C₃, épillet pédicellé (d'après Hutchinson et collab. (47)).

Les inondations prolongées pendant quelques mois individualisent des prairies aquatiques à :

Brachiaria mutica (sol sableux)

Echinochloa stagnina (sol limono-argileux)

Oryza longistaminata.

Valeur des pâturages

La valeur des pâturages soudanien dépend essentiellement de l'importance de l'activité agricole, par suite des défrichements, des mises en cultures, de l'abandon des terrains pour régénération par l'intermédiaire de jachères.

En secteur nord-soudanien, les cultures sont surtout installées sur terrasses et plateaux à sol profond.

Les espèces ligneuses y sont émondées mais non dessouchées, l'émondage étant nécessaire pour limiter les possibilités de refuges des oiseaux granivores. Si le labour détruit la graminée vivace *Andropogon gayanus*, celle-ci est préservée en bordure de parcelles, car ses chaumes sont utilisés pour la fabrication de nattes, de greniers, etc. Dès la mise en jachère de la parcelle, les ligneux repoussent, le fond prairial, constitué de graminées annuelles se reconstitue et *Andropogon gayanus* se resème à partir des bordures. La mise en culture a donc un effet très limité sur la végétation naturelle.

En secteur sud-soudanien, la densité du peuplement ligneux nécessite un déboisement important se déroulant souvent sur deux années : débroussaillage, annelage suivi du brûlis des troncs avec les broussailles entassées ; incinération des troncs morts, l'année suivante. A la mise en jachère, le tapis herbacé est constitué par des annuelles :

Andropogon pseudapricus

Pennisetum subangustum.

Le couvert ligneux se régénère à partir d'espèces résistantes au feu et à la hache ou à grand pouvoir de dissémination :

— soit par graines : *Combretum glutinosum*,

— soit par drageons : *Daniellia oliveri*.

Seules les espèces conservées pour leur production utile (karité) se trouvent nettement favorisées.

Après défrichement et mise en cultures, la végétation d'origine se régénère difficilement. Il y a modification de l'importance de chaque espèce ligneuse ou herbacée et le rapport entre graminées d'ombre et de lumière se trouve toujours modifié.

Le développement de la riziculture est à l'origine de la disparition de nombreuses savanes herbeuses à *Andropogon canaliculatus* et *Panicum fluviicola*, mais les graminées messicoles annuelles, qui s'installent dans les rizières, sont souvent mieux consommées :

Eragrostis gangetica
Eragrostis squamata
Paspalum orbiculare.

Productivité des pâturages

Bien qu'encore sensible aux variations interannuelles de pluviosité, la production potentielle des pâturages soudanien est plus stable qu'au Sahel. Cependant, les possibilités de repousses des graminées vivaces en saison sèche dépendent de l'irrégularité des pluies. Les « pluies des mangues », de février à mars, peuvent parfois procurer des repousses intéressantes par leur richesse en azote, en particulier dans le secteur sud-soudanien.

En secteur nord-soudanien, la production potentielle d'*Andropogon pseudapricus* peut atteindre 800 kg/ha de matières sèches sur sol gravillonnaire (Sgn) et la capacité de charge est estimée à 64 jours de pâture d'un U. B. T. (5,7 ha/U. B. T./an).

Sur terrasses colluviales (Tn) la production potentielle d'*Andropogon gayanus* et *Diheteropogon hagerupii* est estimée à 2 500 kg/ha de M. S., correspondant à une capacité de charge de 200 jours de pâture d'un U. B. T. (1,8 ha/U. B. T./an).

Sur plateau à sol profond (Pn) la production potentielle de *Diheteropogon hagerupii* et *Pennisetum pedicellatum* est estimée à 1 500 kg/ha de M. S., correspondant à une capacité de charge de 120 jours de pâture d'un U. B. T. (3 ha/U. B. T./an).

Au sud du secteur, la production potentielle des plateaux (Pc) à *Diheteropogon hagerupii* et *Pennisetum subangustum* est estimée à 2 000 kg/ha de M. S., correspondant à une capacité de charge de 160 jours de pâture d'un U. B. T. (2,3 ha/U. B. T./an).

En secteur sud-soudanien, la production potentielle des plateaux (Ps) à *Andropogon tectorum* et *Diheteropogon amplexans* est estimée à 3 000 kg/ha de M. S., correspondant à une capacité de charge de 240 jours de pâture d'un U. B. T. (1,5 ha/U. B. T./an).

La production potentielle des sols à gravillons (Sgs) avec *Andropogon asciodis* et *Diheteropogon amplexans* est d'environ 2 000 kg/ha de M. S., correspondant à une capacité de charge de 160 jours de pâture d'un U. B. T. (2,3 ha/U. B. T./an).

La production potentielle des cuirasses subaffleuantes (Scs) à *Loudetia simplex* est estimée à 1 500 kg/ha de M. S., correspondant

à une capacité de charge de 120 jours de pâture d'un U. B. T. (3 ha/U. B. T./an).

La production potentielle des terrasses (Ts) à *Andropogon gayanus* et *Hyparrhenia smithiana* est estimée à 3 000 kg/ha de M. S., correspondant à une capacité de charge de 240 jours de pâture d'un U. B. T. (1,5 ha/U. B. T./an).

En savanes herbeuses des vallées, la production potentielle est voisine de 8 000 kg/ha de M. S., correspondant à une capacité de charge de 640 jours de pâture d'un U. B. T. (0,6 ha/U. B. T./an).

Les prairies aquatiques à *Echinochloa stagnina* ont une production potentielle comparable, mais les possibilités de repousses restent fortes tout au long de la saison sèche, avec 15 kg/ha/jour de M. S. (1,5 g/m²/jour de M. S.). La capacité de charge de saison sèche est alors estimée à 0,3 ha/U. B. T./saison sèche.

Pour les autres graminées vivaces, les repousses de saison sèche sont limitées par les ressources en eau du sol. Sur sols de plateaux et gravillons, la repousse s'arrête un mois après les dernières pluies et ne reprend qu'aux pluies de la saison pluvieuse suivante.

Sur terrasses colluviales, la repousse d'*Andropogon gayanus* est d'abord forte : 3 à 4 kg/ha/jour de M. S., puis descend, au bout de 1 à 2 mois, vers 1 kg/ha/jour de M. S. (0,1 g/m²/j).

La capacité de charge estimée par la production potentielle des pâturages soudaniens suppose que les pailles produites restent à la disposition des animaux en saison sèche. Habituellement, ces pailles sont détruites par le feu au cours de la saison sèche et il ne reste que les repousses et les feuilles de ligneux pour assurer l'entretien des troupeaux. Sans feux, cette capacité de charge serait de 2 à 3 ha/U. B. T./an en secteur sud-soudanien, et de 3 à 6 ha en secteur nord-soudanien. Après feux précoces ou de pleine saison sèche, seuls les pâturages de terrasses et de vallées peuvent supporter du bétail avec une charge saisonnière limitée aux possibilités de repousses (6 à 8 ha/U. B. T./saison sèche).

Dynamisme des pâturages

La fréquentation des pâturages soudaniens par le bétail est un facteur de déséquilibre entre les strates ligneuses et herbacées :

— le piétinement des pâturages en saison des pluies provoque d'abord un tassement de l'horizon superficiel du sol avec glaçage, qui entraîne une réduction du couvert graminéen et un affaiblissement des possibilités de régénération des graminées vivaces. Les plages de sol dénudées sont alors faiblement colonisées par une petite graminée annuelle haute de quelques centimètres, adaptée aux sols tassés et peu perméables : *Microchloa indica*. Sa présence et sa multiplication indiquent une dégradation de la structure du sol et la nécessité de suspendre la fréquentation du pâturage en période pluvieuse ;

— le pâturage de saison des pluies se traduit par une consommation de la biomasse produite par les graminées. L'élimination du couvert graminéen favorise la multiplication des arbrisseaux et des espèces subligneuses, d'autant plus que les feux habituels ne sont plus alimentés par la masse des chaumes de graminées.

Une strate arbustive se développe alors, avec :

Guiera senegalensis en secteur nord-soudanien,
Detarium microcarpum en secteur sud-soudanien,
Combretum glutinosum pour les deux secteurs,

alors que les strates ligneuses moyennes et hautes favorisaient le développement de graminées d'ombre bien consommées :

Pennisetum pedicellatum (secteur nord-soudanien)
Pennisetum subangustum (secteurs centre et sud-soudanien)
Andropogon tectorum (secteur sud-soudanien).

— une strate arbustive basse trop importante gêne la pénétration des troupeaux et diminue d'autant l'espace réservé au développement des graminées, car, sous leur couvert ras du sol, les graminées d'ombre ne parviennent pas à s'installer.

L'objectif d'une bonne gestion des pâturages soudanien doit donc tendre à limiter ces phénomènes de damage du sol et d'embroussaillage, qui semblent liés à une fréquentation trop importante des pâturages par le bétail en période pluvieuse.

Valeur fourragère des espèces (tabl. 16)

En saison des pluies, les pousses de graminées âgées de moins de deux mois sont de qualité excellente, ainsi que les petites graminées fines des jachères récentes (*Brachiaria*, *Digitaria*).

En saison sèche, les pailles de graminées annuelles et les chaumes âgés de graminées vivaces sont pauvres en azote, bien que leur valeur en U. F. soit assez souvent satisfaisante pour l'entretien du bétail. Les repousses de saison sèche des graminées vivaces sont toujours riches en azote, ce qui permet d'équilibrer les rations du bétail. Les repousses en prairies aquatiques sont abondantes et riches (tabl. 14).

Les productions appréciées des espèces ligneuses sont très riches tant en azote qu'en énergie, ce qui justifie l'émondage de certains arbres (*Khaya*, *Pterocarpus*).

La valeur fourragère des résidus de récolte est très variable et, pour les fanes d'arachides, un fauchage avant l'arrachage est amplement justifié. Les ressources en fourrages, après récolte des céréales, ne sont pas négligeables et les cannes de mil et sorgho peuvent procurer jusqu'à 300 jours de pâture à l'ha en novembre et décembre.

TABLEAU 16. — Valeur fourragère des espèces soudanaises

Espèce — Stade — Période	M. S. p. 100 fourrage	Composition en p. 100 de M. S.			Valeur fourragère				Classe
		Matière azotée	Matière cell.	Cendres	par kg de fourrage		par kg de M. S.		
					U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.	
Graminées annuelles									
<i>Andropogon pseudapricus</i> repousses de 40 j (sept.)	21,1	7,4	36,5	6,4	0,11	7,2	0,55	34	2
<i>Brachiaria lata</i> floraison (sept.)	20,3	13,8	29,2	15,9	0,12	19	0,60	93	4
<i>Digitaria longiflora</i> repousses de 20 j floraison (sept.)	28,5	10,0	29,6	8,3	0,20	16	0,71	58	4
<i>Eragrostis gangetica</i> repousses de 20 j/rizière (févr.)	27,3	14,7	31,1	20,3	0,13	28	0,47	101	2
<i>Paspalum orbiculare</i> repousses/rizière (févr.)	27,6	8,6	33,4	16,2	0,13	12	0,46	45	2
<i>Pennisetum subangustum</i> repousses 20 j (sept.)	14,0	13,8	24,6	14,2	0,11	13	0,75	93	4
repousses (nov.)	21,3	15,2	32,2	12,7	0,12	23	0,57	106	3
pailles (mars)	85,3	1,5	43,8	7,5	0,26	tr	0,30	tr	1
Graminées vivaces									
<i>Andropogon ascinodis</i> feuilles basales (nov.)	65,7	1,7	33,1	8,5	0,41	tr	0,62	tr	1
repousses de 30 j (déc.)	55,6	7,6	30,7	11,9	0,34	19	0,62	35	3
<i>Andropogon gayanus</i> repousses de 25 j (sept.)	21,3	10,4	33,2	8,1	0,13	13	0,62	61	4
repousses de 60 j (août)	29,9	4,6	37,6	5,9	0,15	2,2	0,51	7,5	1
feuilles âgées (nov.)	36,9	4,2	34,5	8,1	0,21	1,4	0,58	3,8	1
feuilles sèches (mars)	89,3	2,3	34,8	7,3	0,52	tr	0,58	tr	1
repousses de 30 j (févr.-mars)	38,2	9,1	25,5	15,4	0,27	19	0,71	49	3
<i>Andropogon tectorum</i> feuilles âgées + inflorescence (nov.)	30,8	2,7	37,8	7,1	0,15	tr	0,49	tr	1
repousses (déc.)	42,3	7,6	30,2	6,9	0,31	15	0,73	35	3
<i>Hyparrhenia rufa</i> repousses de 30 j (janv.)	31,7	8,1	31,4	14,1	0,18	13	0,57	40	3
<i>Hyparrhenia smithiana</i> repousses (déc.)	32,6	7,3	33,8	6,8	0,20	11	0,62	33	2
<i>Schizachyrium sanguineum</i> repousses 30 j (sept.)	30,6	6,2	33,6	15,4	0,14	6,7	0,47	22	1
<i>Borreria stachydea</i> fructification (oct.)	16,3	12,1	23,7	12,3	0,13	13	0,80	77	4
infrutescence (déc.)	86,6	8,3	26,8	10,5	0,66	36	0,76	42	3
Espèces ligneuses									
<i>Bombax costatum</i> fleurs au sol (févr.)	95,3	3,8	22,4	8,6	0,84	0,1	0,88	0,1	1
<i>Daniellia oliveri</i> jeunes feuilles (mars)	23,4	12,8	18,7	4,9	0,24	20	1,02	84	4
jeunes fruits/sol (mars)	26,9	8,7	31,0	4,3	0,20	12	0,74	46	3
<i>Gardenia erubescens</i> jeunes feuilles + fl. + fr. (mars)	24,2	8,0	18,6	7,5	0,24	9,4	0,98	39	3
<i>Guiera senegalensis</i> jeunes feuilles + fleurs (mars)	33,6	11,7	25,1	5,1	0,29	25	0,87	74	4
<i>Hymenocardia acida</i> jeunes feuilles (mars)	18,2	13,5	19,1	3,9	0,19	16	1,02	90	4
<i>Hyphaene thebaica</i> jeunes feuilles/rejets (mars)	35,1	9,2	33,5	5,8	0,22	18	0,64	50	3
<i>Khaya senegalensis</i> jeunes feuilles (mars)	32,8	8,2	30,2	6,5	0,24	13	0,73	41	3
<i>Piliostigma reticulatum</i> jeunes feuilles (mars)	25,0	17,8	16,4	4,3	0,27	32	1,06	130	4
fruits (janv.)	93,1	6,9	16,4	4,3	0,98	27	1,06	29	2
<i>Pterocarpus erinaceus</i> jeunes feuilles (mars)	26,8	16,9	24,4	7,6	0,23	33	0,86	122	4
jeunes fruits/sol (mars)	20,6	14,3	29,4	8,2	0,15	20	0,72	98	4
<i>Strychnos spinosa</i> jeunes feuilles (mars)	32,4	11,9	15,5	6,3	0,34	24	1,04	75	4
Résidus de récoltes									
fanés d'arachides :									
coupées avant arrachage	92,9	14,8	22,8	12,5	0,76	95	0,82	102	4
stockées après battage	91,6	8,1	33,1	8,3	0,57	37	0,62	40	3
stockées sur champs	92,0	8,1	41,2	7,7	0,32	37	0,35	40	1
pailles de riz :									
en culture soignée	94,8	2,3	39,4	16,0	0,24	tr	0,25	tr	1
en culture extensive	91,3	4,9	38,6	14,1	0,30	9,1	0,33	10	1
chaumes et repousses (janv.)	59,4	4,2	34,1	19,1	0,24	2,2	0,40	3,8	1
repousses (janv.)	34,3	8,9	32,5	18,4	0,15	16	0,45	47	2
sorgho cultivé :									
repousses (nov.)	23,3	17,0	27,8	15,8	0,15	29	0,65	123	4
feuilles séchées (nov.)	76,2	3,7	40,1	9,9	0,27	tr	0,36	tr	1
foin de tiges « échaudées »	94,9	7,4	28,7	9,3	0,68	31	0,72	33	2
<i>Vigna unguiculata</i> (niébé) foin (nov.)	93,0	12,4	19,3	9,3	0,87	74	0,94	80	4

La récolte en bottes de ces cannes, surtout si la pluviosité est déficitaire (production « échaudée ») assure des réserves fourragères d'entretien, souvent précieuses en fin de saison sèche.

Le niébé est souvent cultivé en association avec le sorgho et surtout avec le petit mil. La maturité des gousses étant échelonnée, une récolte des premières gousses mûres est souvent effectuée au moment de la récolte de la céréale. Les fanes sont ensuite bottelées avec feuilles, fleurs tardives et gousses vertes, ce qui constitue un fourrage excellent.

Exploitation des pâturages soudaniens

L'exploitation traditionnelle des pâturages soudaniens est étroitement conditionnée par l'emprise des cultures sur le terroir et les contrecoups des grandes transhumances sahéliennes de sorte que les conditions d'exploitation varient du nord au sud.

Secteur nord-soudanien

En secteur nord-soudanien, les cultures sont essentiellement petit mil, souvent associé au niébé, et arachides, sur sols de plateaux et terrasses. Les agriculteurs y sont en relation étroite avec les éleveurs du Sahel et possèdent souvent des troupeaux dont ils s'occupent eux-mêmes, bien qu'ils en confient une partie aux éleveurs transhumants vers le Sahel.

En saison des pluies, des troupeaux de laitières et les bœufs de culture attelée restent à proximité des villages et parcourent, sous gardiennage, les pâturages naturels extérieurs aux zones d'éparpillement des parcelles cultivées. Dès la fin des récoltes, ces troupeaux sont rejoints par le gros des transhumants et les résidus de récoltes sont rapidement consommés sur les champs.

Au cours de la saison sèche, tous les troupeaux restent sur le terroir du village si les possibilités d'abreuvement le permettent. Ces troupeaux sont parqués la nuit pour fumer les champs et dans la journée ils parcourent champs et pâturages naturels éloignés. La ration d'encombrement est alors constituée par les pailles de graminées annuelles et l'azote fourni par les repousses d'*Andropogon gayanus*, les feuilles et fruits des ligneux : *Guiera senegalensis*, *Hyphaene thebaica*, *Piliostigma reticulatum*.

La production consommable des ligneux est échelonnée au cours de la saison sèche selon leur localisation topographique et l'action humaine :

- début de saison sèche : rejets sur souches en parcelles cultivées ;
- février-mars : feuilles et fruits sur terrasses ;
- avril à juin : feuilles et fruits sur plateaux et gravillons.



11. Pâturage nord-soudanien à graminées annuelles et *Combretum glutinosum* (Ferlo (Sénégal)).



12. Les résidus de récoltes sont rapidement consommés au passage des transhumants (Nord de Ségou (Mali)).

Un feu de pleine saison sèche a pour effet de détruire tout le stock de pailles des graminées annuelles et vivaces, ainsi que la plupart des feuilles d'arbres. La feuillaison des ligneux reste sous la dépendance des conditions écologiques : sur terrasses, la feuillaison peut succéder immédiatement au feu, mais sur gravillons, aucune feuille ne peut apparaître avant les prémices de la saison pluvieuse.

Un feu très précoce de début octobre a pour effet d'éliminer les pailles fines et peu appétibles des graminées annuelles de lumière :

Andropogon pseudapricus

Ctenium elegans

Loudetia togoensis.

Les graminées d'ombre, encore gorgées d'eau à cette époque, sont épargnées, et les feuilles d'arbres qui les surplombent ne sont pas touchées et restent vertes et en place.

Ce feu, qui peut se contrôler aisément, présente l'avantage de faciliter les déplacements du bétail, de réduire les risques de feux courants ultérieurs et de conserver les bonnes pailles de graminées ainsi que les feuilles d'arbres consommables à l'état vert ou sous forme de feuilles mortes. Après ce feu précoce, la capacité de charge est réduite de moitié, mais il reste environ 70 jours de pâture à l'ha pour une saison sèche de près de 8 mois et 4 à 5 ha de plateaux suffisent pour l'entretien d'un U. B. T.

La suppression totale des feux pendant toute la saison sèche permettrait d'exploiter tout le stock de paille produit pendant les pluies, mais elle est pratiquement irréalisable dans ce secteur nord-soudanien à faible densité humaine et à tapis graminéen dense et très combustible. Cette suppression ne peut être envisagée qu'en ferme d'élevage ou « ranch », à la condition d'entretenir des pare-feux efficaces de 12 à 20 m de large, par bandes cultivées (mil, arachide) en terrain fertile, ou brûlis très précoce d'une bande où les pailles sont desséchées artificiellement en les cassant avec un rouleau ordinaire, un rouleau à lames (type landaise ou Marden) ou un traîneau (triangle en poutres métalliques). Il reste cependant nécessaire de nettoyer les refus en début des pluies par un feu tardif à défaut d'un fauchage ou d'un gyrobroyage ; ces traitements mécaniques s'avérant généralement trop onéreux en pâturage naturel à productivité faible ou moyenne.

Pour l'ensemble du secteur nord-soudanien, il est préférable de préconiser la généralisation de feux très précoces, mesure associée à une meilleure utilisation du terroir :

— regroupement des parcelles cultivées avec rotation, en terrasses et plateaux ;

— pâture de saison des pluies sur plateaux et sols gravillonnaires, ces sols étant peu propices aux cultures, avec abreuvement à des mares temporaires, aménagées si possible ;

— pâture de saison sèche des pâturages naturels, après feux précoces en prévoyant un déplacement des parcs pour fumure des champs de façon que les distances au point d'abreuvement se réduisent progressivement ;

— suppression de la pâture de début de saison sèche, des résidus de récolte sur les champs proches du village, afin de permettre une mise en réserves par bottelage des cannes et fanes diverses. Ces réserves seraient distribuées au bétail, en particulier bœufs de trait et veaux, en fin de saison sèche, quand les parcs de fumure rejoignent le village.

Secteur sud-soudanien

A l'exception de périodes sèches pluriannuelles, le secteur sud-soudanien n'est pas concerné par les grandes transhumances sahéliennes. La tendance forestière de la végétation y favorise d'ailleurs les mouches tsé-tsé, qui transmettent la maladie du sommeil, et, dans ce secteur, les zébus du Sahel font place aux taurins, plus résistants à la trypanosomiase.

L'emprise des cultures y devient importante, tant pour les cultures en sec (arachides, coton, sorgho) que pour les cultures irriguées (riz). Il en résulte une dispersion des cultures, des vallées inondables aux plateaux à sol profond, bien qu'elles soient surtout abondantes en terrasses.

Les troupeaux peuvent appartenir à des éleveurs semi-sédentarisés à proximité des villages d'agriculteurs, mais le plus souvent, ils sont constitués par des animaux appartenant à divers agriculteurs qui investissent ainsi les bénéfices réalisés dans les cultures de rente (arachides, coton).

Ces troupeaux sont habituellement confiés à des éleveurs pauvres (Peuls) dont le salaire est matérialisé par le produit de la traite d'un jour par semaine et l'appropriation de quelques veaux chaque année.

Avec le développement de la culture attelée, les agriculteurs sont conduits à s'occuper de leurs bœufs, ce qui leur fait prendre conscience de la valeur de leurs troupeaux, et ils s'en préoccupent de plus en plus.

En saison des pluies, les troupeaux des éleveurs semi-sédentarisés sont éloignés des villages et des cultures, avec abreuvement à des mares temporaires. Les troupeaux des agriculteurs peuvent être également éloignés des villages. Généralement, ils restent au village, parqués dans un enclos boveux et ils pâturent sur des jachères proches, sous la garde du berger, mais pendant moins de 8 h par jour, durée considérée pourtant comme un minimum.



13. Pâturage sud-soudanien très boisé, exploité en saison des pluies par les taurins Ndama (région de Kolda-Casamance (Sénégal)).



14. En saison sèche les troupeaux sont rassemblés dans les vallées ;
ici une dépression limono-argileuse à bourgou (région de Bougouni (Mali)).

Dès que les récoltes sont terminées, les troupeaux sont libérés et le gardiennage relâché. Les troupeaux consomment d'abord les résidus de récoltes sur les champs, puis ils s'aventurent en dehors des terres cultivées et jachères au fur et à mesure du nettoyage par les feux.

Les feux précoces sont allumés dès que les pailles sont sèches, d'abord sur cuirasses et gravillons, puis sur plateaux, sur terrasses et enfin sur vallées à savane herbeuse inondable. Les animaux y consomment des pailles de graminées épargnées par le feu, les repousses de graminées vivaces, des feuilles de ligneux : âgées, sèches au sol, jeunes, etc.

Les feux s'échelonnant d'octobre à janvier-février, le terroir villageois n'est livré que progressivement à la pâture et les animaux trouvent toujours de nouvelles pousses en fréquentant des pâturages récemment mis à feu. Les capacités de charge sont alors pratiquement limitées aux possibilités de repousse. Dix ha sont souvent nécessaires pour l'entretien d'un U. B. T. pendant la saison sèche et la plupart des troupeaux se rassemblent sur les savanes herbeuses des vallées et les rizières où les repousses sont assez abondantes : 1 à 3 kg/ha/j de M. S.

Après l'augmentation de l'occupation humaine, des mises en cultures et le développement du cheptel qui en découle, ce type d'exploitation traditionnel devra nécessairement être modifié, afin que la production de la saison des pluies soit utilisée au lieu d'être transformée en cendres et en fumée.

Les régions à faible densité humaine peuvent être considérées comme des zones d'accueil pour des éleveurs ou des agriculteurs, ce qui réduira d'autant les possibilités de divagations des troupeaux en saison sèche.

Amélioration de l'exploitation des pâturages sud-soudaniens

Cette amélioration suppose, au préalable, l'établissement d'un plan régional d'aménagement avec remodelage de l'utilisation du terroir agricole, contrôle des feux et rotation des pâturages, ainsi qu'un plan de mise en valeur des espaces vides.

Principes d'aménagement du terroir agricole (fig. 14)

Généralement, l'activité agricole soudanienne est liée au concept de la « grande famille soudanienne » et le territoire appartenant par tradition au village (finage) est utilisé en conséquence.

La localisation du village est déterminée par la nécessité de l'approvisionnement en eau : proximité d'un cours d'eau ou de colluvions à nappe phréatique peu profonde.

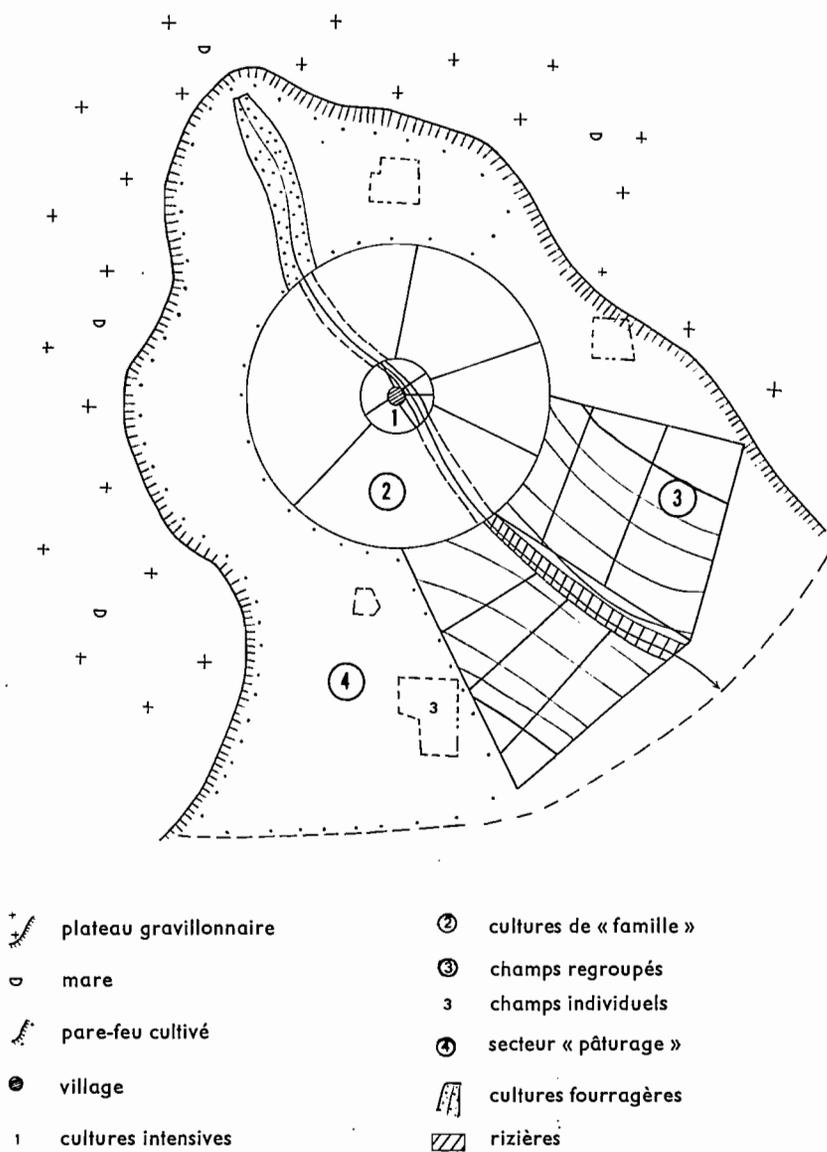


Fig. 14. — Aménagement du terroir soudanien.

Les cultures sont dispersées sur le terroir du village selon les habitudes de travail en groupe :

— zone des cultures intensives réalisées souvent par les femmes (maïs, cultures légumières) à proximité du village, sur les terres fumées avec les déchets de cuisine : épluchures, sous-produits de pilage, cendres, engrais humains, etc.) ;

— zone des cultures de la « grande famille » où les travaux regroupent les cousins sous la direction du chef de « famille » : mil, sorgho, arachide ; rizières sur terrain inondable. Les labours s'y effectuent le plus souvent à la main, mais la vulgarisation agricole y a apporté semences sélectionnées, traitements phytosanitaires et fumure minérale ;

— zone des champs individuels, travaillés les jours de liberté où la présence au champ familial n'est pas obligatoire. Ces champs, avec leur série évolutive de jachères, sont dispersés sur les terres cultivables du finage du village, gênant l'exploitation de ces terrains sous forme de pâturage. Souvent les blocs de cultures de coton, avec encadrement rapproché (C. F. D. T.) sont regroupés dans ce secteur afin de faciliter la surveillance par les encadreurs.

A l'exemple du coton, tous **les champs individuels pourraient être regroupés** sur le secteur le plus favorable. Grâce à un encadrement agricole rapproché, un assolement pourrait y être vulgarisé avec répartition des soles en courbes de niveau et aménagement anti-érosif :

- — billons en courbes de niveau avec plantation de plantes fourragères vivaces à couper : graminées hautes (*Andropogon*, *Pennisetum*), légumineuses (pois d'Angole, *Leucaena*) ;

— bandes engazonnées à pâturer « au tiers » (piquet) ou à faucher (*Cenchrus ciliaris*, *Chloris gayana*).

Les travaux de préparation du sol (labour, hersage) et d'entretien des cultures (binage) pourraient y être effectués en culture attelée après dessouchage.

Ce regroupement des champs individuels libérerait les sols profonds où serait délimité le secteur « pâturage » pour les troupeaux du village auxquels pourraient s'intégrer les troupeaux de transhumants sédentarisés.

Les sols de ces pâturages soudaniens sont généralement peu structurés et le piétinement tout au long de la saison des pluies entraîne un damage du sol avec glaçage et dénudation, par asphyxie des graminées vivaces.

Il est donc nécessaire d'y prévoir une **rotation simple des pâturages** sur trois blocs :

	← saison des pluies →		← saison sèche →
	début	milieu	fin
bloc 1	repos	pâture	pâture légère
bloc 2	pâture	repos	pâture légère
bloc 3	repos		pâture légère (feux)

Le bloc 3, en repos pendant les pluies, serait livré à la pâture en saison sèche, en même temps que les deux autres, puis nettoyé par un feu de début des pluies (après 30 mm de pluies). L'année suivante, il deviendrait bloc 1, avec pâture en deuxième partie de saison des pluies ; le bloc 1 devenant 2, le bloc 2 devenant 3.

Le secteur « pâture » ne devrait pas brûler du début à la fin de la saison sèche.

Un pare-feu cultivé pourrait être prévu en bordure du bloc en repos en saison des pluies pour le protéger contre les feux courants extérieurs. Large de 50 m, il pourrait être cultivé par les agriculteurs ou les éleveurs sédentaires en cultures à cycle court : petit mil, arachide. Il y aurait ainsi 1 an de cultures pour 2 années de jachères.

Le long des deux autres blocs, les parcs de nuit de saison des pluies y seraient installés pour, à la fois, fumer le terrain, réduire la production herbacée et entretenir ainsi le pare-feu.

Dans le secteur « pâture », une **culture fourragère** de *Stylosanthes guianensis* serait installée sur les sols mouilleux proches du cours d'eau. Elle serait pâturée la nuit, en saison sèche, en parc de nuit, avec clôture périphérique si possible.

Le plateau gravillonnaire voisin, séparant deux terroirs de village, pourrait être pâturé en saison des pluies, avec abreuvement aux mares temporaires par un troupeau constitué de bœufs à l'engrais, vaches tarées et jeunes en croissance. Ce pâturage très extensif pourrait être exploité par rotation avec pâture d'un mois, repos d'un mois, par déplacement du troupeau sur deux mares principales. Dès le début de la saison sèche, le troupeau serait réuni au troupeau de laitières et le plateau mis à feu en contre-feu de protection.

Mise en valeur des espaces vides

Les espaces vides du domaine soudanien peuvent s'expliquer pour deux raisons : pauvreté du sol, présence d'endémies.

Les plateaux latéritiques à sol squelettique, cuirassé ou gravillonnaire peuvent être pâturés en saison des pluies, comme dans le cadre d'un aménagement du terroir.

En saison sèche, d'autres pâturages sont nécessaires comme les savanes herbeuses des vallées de grandes rivières. Ces savanes doivent être préparées à la pâture de saison sèche par des feux successifs au cours de la saison sèche, avec brûlis échelonné des ceintures de végétation au fur et à mesure de leur dessiccation.

Les régions insalubres nécessitent, avant tout peuplement, l'éradication des endémies. Celle de l'onchocercose a été entreprise en 1974 par l'O. M. S., dans le bassin des Voltas, avec un programme de destruction des insectes vecteurs, les simulies. Les premiers effets de l'opération devraient se faire sentir au bout de 18 mois, mais les traitements doivent se poursuivre pendant 20 ans.

Après l'élimination de l'endémie, ces régions peuvent être colonisées selon un plan national, soit avec déplacement d'agriculteurs de régions surpeuplées, soit sédentarisation d'éleveurs. Il faudrait profiter de la mise en valeur planifiée de ces territoires vierges pour y prévoir des ranches de délestage du Sahel (réélevage, embouche courte), avec gestion des pâturages analogue à celle prévue dans l'aménagement d'un terroir soudanien.

Le problème de l'accès des animaux en provenance du Sahel ne doit pas être ignoré par les planificateurs du domaine soudanien. Des « routes » à bétail doivent être réservées, hors cultures, avec un minimum d'aires de pacage et de points d'abreuvement, d'accès aisé et avec facilité d'exhaure.

CHAPITRE III

LES PATURAGES GUINÉENS

Les pâturages guinéens, sous climats équatoriaux et tropicaux humides ou d'altitude, dérivent généralement des forêts denses. A l'exception de quelques savanes sur sols sablonneux pauvres, toutes les formations végétales pâturables sont constituées par des faciès de substitution de la forêt, résultant de défrichements répétés ou de feux courants traditionnels.

Caractéristiques du milieu guinéen

Le milieu guinéen est caractérisé par un climat humide et chaud favorable à une végétation de type forêt dense.

Deux secteurs peuvent cependant être distingués selon la durée de la période active de la végétation :

— un secteur guinéen préforestier

Ce secteur est contigu au domaine soudanien et il peut être caractérisé par une période active des pâturages comprise entre 7 et 10 mois. Les isoplèthes de ces périodes actives de 7 à 10 mois, à disponibilité en eau satisfaisante, délimitent ce secteur guinéen préforestier ; l'isoplèthe 10 mois coïncide pratiquement avec la lisière de la grande forêt dense équatoriale.

Le régime des pluies présente habituellement deux périodes à forte pluviosité séparées par quelques mois à pluviosité moindre, correspondant à la « petite saison sèche ». Le plus souvent, le bilan hydrique n'est pas déficitaire pour autant à cette époque et l'activité des plantes n'est suspendue qu'au moment de la grande saison sèche (fig. 15).

Les régions d'altitude de l'Afrique de l'Ouest, comme l'Adamaoua au Cameroun et le Fouta-Djalon en Guinée, peuvent être incluses dans ce secteur. Le régime des pluies y est de type soudanien, avec une seule pointe de forte pluviosité mensuelle, mais la longueur de la période

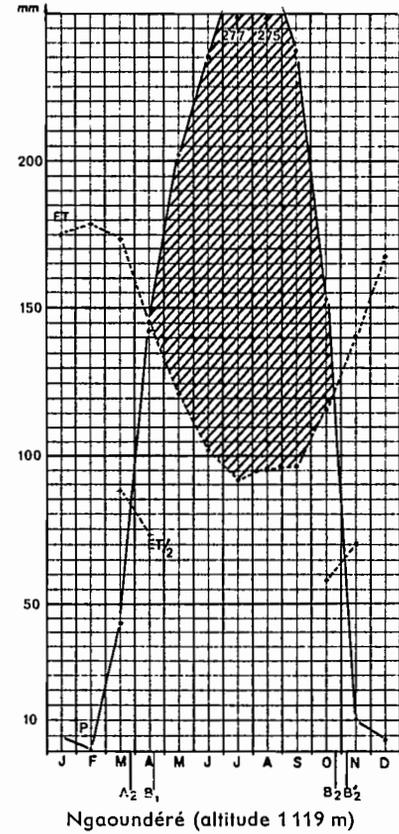
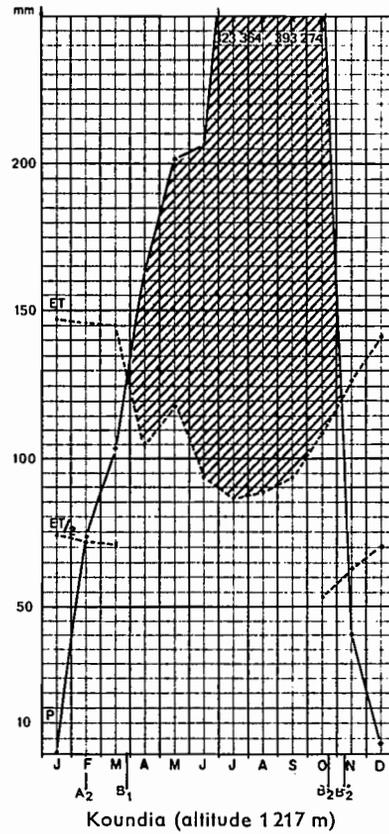
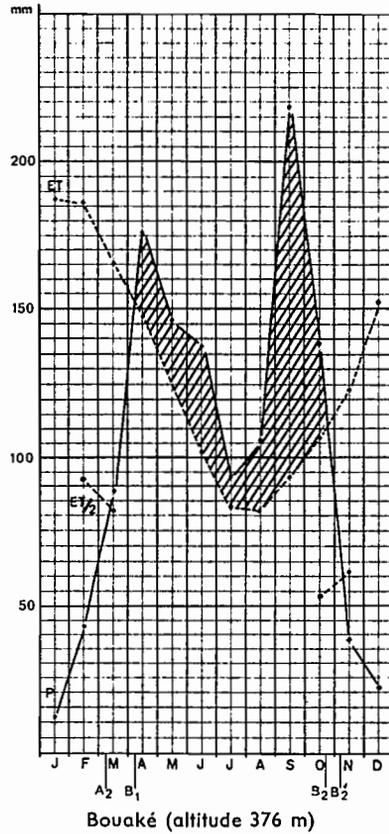


Fig. 15. — Diagrammes de bilans hydriques guinéens.

active y est relativement longue par suite de l'altitude qui favorise une extension de la saison pluvieuse et réduit les températures, donc l'évapotranspiration.

Dans les deux cas, le paysage végétal est caractérisé par l'importance prise par les galeries forestières, de type forêt dense, qui occupent le fond des vallées, et les pentes colonisées par une savane boisée à arborée. Les plateaux portent fréquemment une forêt dense sèche à kapokier (*Ceiba pentandra*) et sous-bois arbustif dense à feuilles persistantes. Ces forêts de plateaux ne se retrouvent pas dans l'Adamaoua, probablement par suite de l'absence de relief tabulaire.

En raison de la longueur de la saison humide, les sols du secteur guinéen préforestier sont de type ferrallitique profond.

Le décapage des horizons superficiels par érosion, à la suite des défrichements répétés pour mise en culture, a provoqué la formation de gravillons et de cuirasses, particulièrement en bordure des plateaux.

— un secteur guinéen forestier

Ce secteur correspond aux massifs de forêt dense équatoriale. Le régime des pluies présente deux pointes de pluviosité mensuelle séparées par des périodes de moindre pluviosité, **petite** et **grande** saisons sèches. Le bilan hydrique n'est déficitaire que pendant une très courte période, toujours inférieure à deux mois consécutifs. Les effets de cette période sèche sont donc très atténués, avec compensation par les réserves hydriques accumulées précédemment dans le sol.

Ce milieu est particulièrement favorable au maintien de la forêt dense équatoriale qui se régénère rapidement après défrichement pour mise en culture. Exceptionnellement, des îlots de savanes se sont individualisés sur substrat sablonneux pauvre.

Définition des pâturages guinéens

Les formations végétales pâturables du domaine guinéen sont des savanes dont les principales espèces caractéristiques présentent une amplitude écologique spécifique en relation avec la nature du sol (tabl. 17).

En savanes guinéennes non pâturées et parcourues par les feux traditionnels, le couvert ligneux est peu important, généralement inférieur à 5 p. 100, mais il peut atteindre 10 à 15 p. 100 sur certaines pentes sablonneuses préforestières. Dans ces savanes, les arbustes sont souvent tortueux sous l'effet de la violence des feux.

Le couvert graminéen est constitué essentiellement par des vivaces en touffes généralement espacées, mais dont les chaumes se réunissent en nappe pratiquement continue au moment de la montaison.

TABLEAU 17. — Répartition des principales espèces de savanes guinéennes

Domaine Secteurs Sols	Guinée			
	Préforestier			Forest.
	Prof.	Grav.	Sabl.	Sabl.
Ligneux				
<i>Albizia zygia</i>	+	—	1	
<i>Crossopteryx febrifuga</i>	+ .2!	+	1	
<i>Annona senegalensis</i> ssp. <i>oulotricha</i>	+ .2!	+ .2!	1	+ .2!
<i>Bridelia ferruginea</i>	—	+ .2!	1	1
<i>Hymenocardia acida</i>	—	1	+ .2!	
<i>Piliostigma thonningii</i>	—	+	1	
<i>Lophira lanceolata</i>	—	—	1.2!	
<i>Parinari curatellifolia</i>	—	—	+ .2!	
<i>Daniellia oliveri</i>	—	—	+ .2!	
<i>Borassus aethiopum</i>	—	—	!	
Graminées vivaces				
<i>Andropogon macrophyllus</i>	3!			
<i>Hyparrhenia rufa</i>	3!			
<i>Hyparrhenia diplandra</i>	3.4!	1.3!	1.3!	2.3!
<i>Panicum phragmitoides</i>	!	+ .2!	+ .2!	
<i>Hyparrhenia smithiana</i>	—	+ .2!	1.3!	
<i>Loudetia arundinacea</i>	—	1.3!		
<i>Schizachyrium sanguineum</i>	—	1.3!		
<i>Elymandra androphila</i>	—	3!		
<i>Hyparrhenia subplumosa</i>	—	2!		
<i>Andropogon schirensis</i>	—	2!		
<i>Loudetia simplex</i>	—	—	+ .3!	
<i>Andropogon ascinodis</i>	—	—	1.2!	1.3!
<i>Brachiaria brachylopha</i>	—	—	1	1.4!
<i>Imperata cylindrica</i>	—	—	—	2.4!

prof. : sols profonds limono-argileux ;

grav. : sols squelettiques peu épais, à gravillons ferruginisés ;

sabl. : sols sablonneux préforestiers ou forestiers.

Hyparrhenia diplandra est l'espèce dominante des savanes guinéennes. S'y associent :

Hyparrhenia rufa en sols profonds des régions d'altitude ;

Loudetia arundinacea sur sols gravillonnaires ;

Imperata cylindrica en savanes sur substrat sablonneux du secteur forestier (Côte-d'Ivoire, Congo, Gabon, Sud de la République Centrafricaine, Nord Zaïre).



15. Pâturage guinéen préforestier sur sables et gravillons à *Hyparrhenia smithiana* et galeries forestières (ranch d'Abokouamékro (Côte-d'Ivoire)).



16. Pâturage guinéen d'altitude sur sol profond à *Hyparrhenia diplandra* et *H. rufa* (Wakwa, Adamaoua (Cameroun)).

Valeur des pâturages guinéens

Ces graminées vivaces sont toutes consommables par les bovins. Cependant, sur sols profonds et fertiles, le développement exubérant du tapis herbacé peut gêner la pénétration des troupeaux qui auront alors tendance à demeurer sur les plages broutées en début de saison des pluies. Un pâturage fertile et très productif est plus difficile à exploiter rationnellement qu'un pâturage de productivité moyenne.

Les espèces ligneuses de la savane procurent un ombrage moyen, favorable à des graminées adaptées bien consommées comme *Beckeropsis unisetata*.

Les espèces ligneuses forestières, qui peuvent constituer des boqueteaux dans la savane, procurent un ombrage important qui ne laisse place qu'à des graminées spécifiques de la forêt, à chaumes rampants et à feuilles larges et courtes, avec une faible productivité, comme *Oplismenus burmannii* et *Oplismenus hirtellus*.

Les populations agricoles défrichent en forêt dense, soit pour aménager des plantations de cacaoyers et de caféiers restant en place très longtemps, soit pour des cultures vivrières suivies de jachères forestières :

- riz pluvial pendant 2 ou 3 ans,
- igname, manioc, bananiers, en association (2 à 3 ans),
- évolution vers la forêt secondarisée avec stade de transition à espèces herbacées, où des graminées vivaces : *Panicum maximum*, *Pennisetum purpureum* sont en mélange avec des espèces herbacées ou subligneuses :

Cardiospermum halicacabum

Merremia pterygocaulos

Momordica cissoïdes

Solanum torvum

auxquelles s'ajoutent rapidement des arbustes : *Harungana madagascariensis*, *Trema guineensis* et le parasolier, arbre pionnier de la forêt dense : *Musanga cecropioides*.

Dans cette série évolutive de jachères, les deux graminées vivaces sont d'excellentes espèces fourragères, mais elles sont éliminées au bout de 2 à 3 ans par les autres espèces herbacées et ligneuses.

Productivité des pâturages

Sur sables ou sur gravillons, la production potentielle, estimée par pesée de la biomasse à fructification en octobre-novembre, atteint 2,5 à 3 t/ha de M. S. et la capacité de charge correspondante est évaluée à environ 200 jours de pâture d'un U. B. T. (1,8 ha/U. B. T./an).

La production de repousses, en saison des pluies, est d'environ 10 kg/ha/j de M. S. pour *Loudetia arundinacea*. Celle de saison sèche se maintient après coupe ou après feu précoce à 5 kg/ha/j de M. S. (0,5 g/m²/j).

Sur sols profonds de bas de pente, la production potentielle d'*Hyparrhenia diplandra* est évaluée à 13 t/ha de M. S. et la capacité de charge théorique est estimée à 1 040 jours de pâture d'un U. B. T. (0,3 ha/U. B. T.).

Sur 7 mois de période active, les possibilités de repousses sont en moyenne de 16 kg/ha/j de M. S. et cette quantité est encore produite pendant le mois qui suit l'arrêt des pluies. La productivité de la période active est variable selon les temps de croissance entre deux récoltes successives. Elle est en moyenne de 8 kg/ha/j de M. S. pour un temps de croissance de 21 jours, de 12 kg pour des intervalles de 30 jours, et de 20 kg pour des intervalles de 60 jours.

En période sèche les possibilités de repousses sont de 7 kg/ha/j de M. S. et avec les repousses de saison sèche, un seul U. B. T. peut être entretenu à l'ha.

Sur les pentes à sol profond des régions d'altitude, le mélange d'*Hyparrhenia diplandra* et *Hyparrhenia rufa* présente une production potentielle de 4 à 6 t/ha de M. S. et la productivité de la période active est estimée à 14 kg/ha/j de M. S. pour un temps de croissance de 30 jours.

En savanes du secteur forestier, *Imperata cylindrica* peut devenir dominant avec une production potentielle de 3 à 4 t/ha de M. S. et des productivités journalières pouvant atteindre 15 kg/ha/j de M. S. pour une période de 6 jours et jusqu'à 33 kg/ha/j de M. S. pour une période de 18 jours. Seules les jeunes pousses sont consommées, mais une telle productivité explique qu'un terrain de football, convenablement entretenu, se trouve être le meilleur pâturage d'un village forestier.

En secteur préforestier, le feu précoce peut avoir un effet inattendu comme cela a pu être constaté aux environs de Bangui. Après défriement et mise en culture de savanes à *Hyparrhenia diplandra*, les jachères sont dominées par une graminée annuelle à racines échasses : *Hyparrhenia niariensis*. Avec une biomasse à fructification de 15 t/ha de M. S., cette graminée présente la propriété de germer aussitôt après les feux précoces de fin octobre et la productivité a été évaluée à 15 kg/ha/j de M. S. au bout de 30 jours. Pendant le reste de la saison sèche, les repousses peuvent encore produire 8 kg/ha/j de M. S.

Les fortes capacités de repousse qui ont été partout enregistrées montrent combien les savanes guinéennes sont aptes à entretenir des bovins, avec des charges saisonnières qui peuvent être voisines de 0,5 ha/U. B. T. en période active et de 1 ha/U. B. T. en période sèche, à condition d'utiliser alors de nouvelles parcelles préparées par un feu précoce. Ainsi, 1 U. B. T. pourrait être entretenu sur 1,5 ha pour l'année entière.



Imperata cylindrica (Linn.) P. Beauv. var. *africana*

A : ligule ; B : portion de l'inflorescence ; C : épillet enveloppé par les longs poils ; C1 : épillet ; D : nœud (d'après Hutchinson et collab. (47)).

Dynamisme des pâturages

La forte productivité des graminées guinéennes entraîne une concentration des bovins sur de faibles superficies pendant la saison des pluies. Les graminées, fortement broutées, prennent un port arasé, prostré, et n'opposent plus de résistance aux espèces herbacées voisines à forte agressivité, en particulier :

- Aframomum latifolium* (Zingiberacée)
- Aspilia helianthoides* (Composée)
- Desmodium velutinum* (Papilionacée)
- Pseudarthria hookeri* (Papilionacée)
- Tephrosia elegans* (Papilionacée)

Ces espèces herbeuses occupent les vides existant entre les touffes de graminées et *Aframomum* rejette abondamment de rhizomes.

Plus la charge de saison des pluies est forte, plus la fréquence de broutage est rapide et les espèces très appréciées vont céder la place à d'autres espèces en place, mais moins appréciées.

A la station de Wakwa, au Cameroun, Piot (56) a suivi l'évolution floristique sur placeaux exploités pendant 5 ans à différents rythmes de coupes. Cette expérience explique ce qu'il est fréquent de constater dans les pâturages (tabl. 18).

TABLEAU 18. — Variation floristique selon le rythme de coupes

Espèces (en p. 100)	témoin	80 j	60 j	40 j	30 j	20 j
<i>Hyparrhenia diplandra</i>	43	8,5	4,0	2,5	7,0	1,5
<i>Hyparrhenia filipendula</i>	15	13	8,5	27	16	26
<i>Panicum phragmitoides</i>	7,5	22	32	15	10	16
<i>Setaria sphacelata</i>	6,0	14	22	5,5	15	21
<i>Brachiaria brizantha</i>	4,5	21	26	23	41	12
<i>Hyparrhenia rufa</i>	1,0	2,5	0,5	2,0	6,0	4,5
Divers	25	19	7,0	25	5,0	19

Alors qu'*Hyparrhenia diplandra* domine nettement sur le placeau témoin, à prélèvement unique en fin de période active :

— *Panicum phragmitoides* devient prédominant avec temps de croissance prolongé (60 à 80 jours),

— *Brachiaria brizantha* devient très abondant, avec des temps de croissance moyens (30 à 60 jours),

— *Hyparrhenia filipendula* prédomine avec des temps de croissance courts (20 à 40 jours).



17. Jeune pied d'*Harungana madagascariensis*
croissant à l'ombre d'*Annona senegalensis*
(région de Bouar (R. C. A.))



18. Fourré d'*Harungana* quelques années
plus tard.

Dans les pâturages exploités par faible charge en saison des pluies, *Panicum phragmitoides* devient en effet dominant, alors que les graminées fines deviennent abondantes sous forte charge.

Lorsque le pâturage est exploité en rotation lâche, mais pratiquement toute l'année, une nouvelle graminée devient prédominante, c'est le « pagamé » des Foulbés du Cameroun : *Sporobolus pyramidalis*.

Une forte exploitation en saison des pluies présente un effet inattendu de reforestation et, en secteur préforestier, l'éleveur devient l'auxiliaire zélé du forestier.

Les graminées fortement pâturées en saison des pluies ne fournissent plus un combustible suffisant aux feux de saison sèche et ceci favorise l'extension du couvert ligneux, avec les espèces de savanes les plus agressives, comme *Annona senegalensis* et *Daniellia oliveri* et d'autres espèces pionnières de la forêt dense, dont les graines peuvent être disséminées par les oiseaux ou les bovins eux-mêmes :

Arthrosamanea eriorachis (Mimosacée) sur sols gravillonnaires

Harungana madagascariensis (Hypericacée) sur sols profonds.

Cette dernière espèce germe à l'ombre des arbustes de la savane, sur sol dégagé, puis se développe rapidement avec une ombre dense qui interdit toute graminée de lumière, mais favorise l'installation et le développement d'autres ligneux forestiers, comme *Fagara macrophylla*, et la savane doit faire place à un îlot forestier.

Valeur fourragère des espèces (tabl. 19)

Les repousses des graminées vivaces sont d'excellents fourrages tant que leur durée de croissance reste inférieure à 40 jours. Au-delà, le fourrage produit reste satisfaisant en énergie (U. F.), mais il s'appauvrit en azote.

Exceptionnellement, les graminées forestières :

Imperata cylindrica

Panicum maximum

Pennisetum purpureum

produisent des fourrages pauvres en énergie, quels que soient leurs temps de croissance, *Imperata* étant trop riche en cellulose et les deux autres trop riches en cendres. Cependant, les teneurs en azote sont intéressantes pour des temps de croissance inférieurs à 30 jours.

Les jeunes pousses de ligneux, comme *Albizia zygia*, sont riches en énergie et en azote et peuvent constituer des fourrages d'appoint intéressants en période sèche :

Albizia zygia

Daniellia oliveri

Hymenocardia acida

TABLEAU 19. Valeur fourragère des espèces guinéennes

Espèce — Stade — Période	M. S. p. 100 fourrage	Composition en p. 100 de M. S.			Valeur fourragère				Classe
		Matière azotée	Matière Cell.	Cendres	par kg de fourrage		par kg de M. S.		
					U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.	
Graminées vivaces									
<i>Andropogon macrophyllus</i>									
repousses 15 j (pluies).....	26,8	11,3	33,0	7,8	0,17	19	0,63	70	4
repousses 21 j (pluies).....	26,3	10,5	32,3	7,7	0,17	16	0,64	62	4
repousses 35 j (pluies).....	27,8	9,2	32,5	7,9	0,18	14	0,64	50	3
repousses 60 j (pluies).....	30,8	6,4	36,4	6,9	0,17	7,4	0,54	24	1
<i>Beckeropsis uniseta</i>									
repousses 25 j (pluies).....	21,2	13,7	30,2	13,9	0,13	20	0,61	92	4
<i>Hyparrhenia diplandra</i>									
repousses 20 j (pluies).....	28,1	8,1	36,4	6,9	0,15	11	0,54	40	3
repousses 30 j (pluies).....	27,7	7,8	36,7	7,0	0,14	10	0,52	37	3
repousses 60 j (pluies).....	31,0	5,8	38,2	6,4	0,16	5,9	0,50	19	1
repousses 40 j (s. sèche)	27,8	8,4	36,0	7,3	0,15	12	0,55	43	3
repousses 60 j (s. sèche)	39,8	5,6	35,2	6,2	0,23	6,8	0,59	17	1
<i>Hyparrhenia niariensis</i>									
pousses 45 j (s. sèche)	27,1	6,4	37,9	7,9	0,13	6,5	0,47	24	2
<i>Imperata cylindrica</i>									
repousses 15 j ((pluies)	28,7	8,7	39,2	7,6	0,13	13	0,44	46	1
repousses 6 j (s. sèche)	24,4	11,2	39,1	8,4	0,10	17	0,43	69	1
repousses 12 j (s. sèche)	27,4	8,5	40,6	5,6	0,12	12	0,43	44	1
repousses 18 j (s. sèche)	29,2	8,7	40,3	7,3	0,12	13	0,40	46	1
repousses âgées	—	3,3	41,5	5,0	—	—	0,41	tr	1
<i>Loudelia arundinacea</i>									
repousses 30 j (pluies).....	27,6	9,2	34,7	8,6	0,15	14	0,56	50	3
repousses 50 j (s. sèche)	32,6	7,3	33,9	6,8	0,20	11	0,61	33	2
<i>Panicum maximum</i>									
repousses 25 j (pluies).....	14,1	11,5	33,3	17,0	0,06	10	0,46	72	2
<i>Panicum phragmitoides</i>									
repousses 40 j (pluies).....	28,3	8,4	35,0	5,7	0,17	12	0,60	43	3
repousses 40 j (s. sèche)	34,5	7,4	35,9	6,0	0,20	12	0,57	34	3
<i>Pennisetum purpureum</i>									
repousses (s. sèche)	18,9	10,0	34,6	14,5	0,09	11	0,47	58	2
Ligneux									
<i>Albizia zygia</i>									
jeunes pousses feuillées (s. sèche) ..	26,6	33,4	18,8	4,0	0,27	73	1,02	275	4

Exploitation des pâturages guinéens

Les possibilités offertes par les savanes guinéennes comme pâturages n'ont été reconnues que depuis une vingtaine d'années. L'élevage bovin guinéen était traditionnellement un élevage villageois, avec quelques bovins, de format réduit, de races lagune ou baoulé, se nourrissant à proximité immédiate du village, le long des chemins, sous les plantations de café et sur les jeunes jachères proches du village. La plupart des agriculteurs du domaine guinéen n'ont d'ailleurs aucun attrait pour l'élevage et beaucoup répugnent même à s'occuper de bovins.

Pourtant les besoins en fumier pour les cultures industrielles du **secteur forestier** (ananas, bananes, cocotiers, palmiers à huile) et l'espérance de revenus complémentaires apportés par la vente de bétail ont conduit les planteurs vers l'élevage bovin. A défaut de cultures fourragères, souvent onéreuses, ce bétail est entretenu sous les plantations de cocotiers ou de palmiers, avec des taurins. Ces animaux, trypanotolérants, doivent quand même subir une surveillance sanitaire et être traités éventuellement, à titre préventif, contre la maladie du sommeil.

Sous les jeunes plantations de palmiers (117) âgées de moins de 8 ans, la plante de couverture, mise en place à la plantation, *Pueraria phaseoloides*, produit le fourrage utilisable. Après une accoutumance progressive, les animaux consomment bien cette Papilionacée qui supporte une charge moyenne de 2 ha/U. B. T. (125 kg de poids vif à l'ha) avec un gain journalier de poids vif de 250 g/j et par animal.

Sous des plantations adultes de 8 à 15 ans, l'ombre est dense et *Pueraria* fait place à des graminées basses appréciées : *Axonopus compressus*, *Paspalum conjugatum*, avec une petite papilionacée consommée : *Desmodium adscendens*, mais aussi à de nombreuses herbes, fougères et espèces subligneuses non consommées.

Le nettoyage d'allées d'exploitation au gyrobroyeur facilite la pâture du troupeau avec une charge effective de 2,5 ha/U. B. T. (100 kg de poids vif à l'ha) et le gain journalier de poids vif est d'environ 100 g/jour.

Sous les plantations âgées de plus de 15 ans, des arbres meurent, la production herbacée consommable augmente et la charge peut atteindre 1,4 ha/U. B. T. (175 kg/ha de poids vif).

En région d'altitude, aux conditions écologiques particulières, l'élevage bovin est l'activité essentielle des populations nomades foubés qui s'y sont installées avec leurs troupeaux de zébus, car les risques de trypanosomiase sont limités au-dessus de 800 m d'altitude.

En saison des pluies, les nomades exploitent les pâturages d'altitude à partir de campements provisoires et le tapis graminéen prend



19. Pâturage non aménagé sous vieux palmiers à huile.
(I. R. H. O., La Mé (Côte-d'Ivoire)).



20. Palmeraie à sous-bois gyrobroyé (I. R. H. O. La Mé).

un aspect de pelouse. Une forte charge peut même conduire à la dénudation de certaines crêtes. Dès le début de la saison sèche, quelques éleveurs descendent vers les basses terres et préparent la transhumance par des mises à feu précoces sur gravillons, les troupeaux venant pâturer quinze jours plus tard. Ensuite, le feu est mis aux savanes de pente, puis de bas de pente, ce qui assure des regains pour toute la saison sèche.

Avec l'essor démographique des agriculteurs, comme des éleveurs, cette exploitation traditionnelle se heurte à une occupation des sols de plus en plus forte et souvent des éleveurs sont obligés de repasser en saison sèche sur des pâturages déjà exploités pendant les pluies, et les bonnes graminées sont de plus en plus éliminées. D'autres éleveurs vont transhumner de plus en plus loin, même en région à forte infestation de trypanosomiase. Ils reviennent sur les hauteurs avec des animaux malades et les taons propagent la maladie par simple transmission mécanique.

En secteurs forestier et préforestier, les savanes sur sols sablonneux ou gravillonnaires se prêtent assez bien à l'extension de l'élevage bovin. L'exubérance du tapis graminéen y est limitée par la pauvreté relative du sol. Les chaumes et les feuilles s'y dessèchent rapidement et peuvent alimenter des feux localisés, dès que la pluie cesse pendant plusieurs jours. Depuis une dizaine d'années, des élevages bovins y ont été établis et l'exploitation des pâturages est basée sur la consommation de repousses après feux, chaque pâturage pouvant subir deux et même trois feux dans l'année. Avec une charge réelle de 1,8 ha/U. B. T. et un tel régime d'exploitation, les bonnes graminées régressent au bénéfice des espèces herbacées déjà citées, en particulier les Papilionacées et les arbustes se multiplient rapidement. Le pâturage n'a plus alors la possibilité de supporter la charge imposée : il se dégrade encore plus rapidement et les responsables du centre d'élevage envisagent alors la mise en exploitation de nouvelles savanes.

Sur sols profonds, l'utilisation de la savane comme pâturage s'avère beaucoup plus délicate. Il est très difficile, sans expérimentation préalable, de fixer une charge adaptée à la forte productivité de ces savanes. Les troupeaux sont rapidement submergés par l'herbe. Ils se rassemblent sur de petites surfaces qu'ils surpâturent, et ces plages sont envahies en quelques années par les ligneux. Dès le début de la période sèche, les bovins maigrissent, car il faut attendre pour préparer de nouvelles surfaces par brûlage.

De gros moyens matériels sont alors nécessaires pour entretenir les pâturages (rouleaux à lames, gyrobroyeurs) et, le plus souvent, ces mises en valeur par l'élevage aboutissent à un échec technique et surtout financier.

Amélioration de l'exploitation des pâturages guinéens

Il s'avère, en pratique, qu'il est plus difficile de faire de l'élevage sur des pâturages à forte productivité que sur des pâturages pauvres. En milieu à grandes possibilités, il est nécessaire :

- d'adapter, avec précision, la charge en bétail au potentiel de production d'herbe ;
- de maintenir le tapis graminéen malgré l'agressivité du couvert ligneux ;
- d'utiliser pour cela des techniques peu onéreuses compatibles avec une production de viande bon marché : contrôle et usage rationnel des feux, rotations lâches et mises en défens périodiques des pâturages.

Quel que soit le pâturage concerné, le choix de types de rotation et des techniques d'amélioration devra tenir compte des charges récurrentes en investissements et en temps de travaux. La comparaison des coûts doit entrer en ligne de compte pour juger de la valeur des techniques expérimentales, sans oublier l'objectif essentiel qui est le maintien et, si possible, l'amélioration de la production fourragère du pâturage. Un autre critère d'appréciation à ne pas négliger est le résultat zooteknique obtenu grâce au contrôle de l'utilisation du pâturage par le bétail en essais de charge. Pour une même production fourragère et une même technique de son utilisation, deux charges en bétail peuvent être envisagées avec une production en viande ou en lait identique à l'ha :

- avec peu d'animaux (charge faible) et de fortes performances individuelles ;
- avec beaucoup d'animaux (charge forte) et de faibles performances individuelles.

L'option choisie devra être orientée selon les impératifs régionaux de survie du bétail en saison sèche. Selon les conditions locales, la saison sèche devra être affrontée de préférence, soit avec des animaux en bon état, soit avec des animaux en très bon état.

Contrôle et utilisation rationnelle des feux

Si, en l'absence du broutage, le feu assure un équilibre entre strates herbacée et ligneuse, son contrôle devient nécessaire dès qu'il y a intervention du facteur pâture.

Les galeries forestières constituent des **pare-feux** naturels qui doivent cependant être complétés en rejoignant leurs extrémités. Les pare-feux réalisés par le passage d'une lame (grader) devraient être abandonnés sur pente, car le sol dénudé favorise le ruissellement et

l'érosion en griffes et rigoles. Un aller-retour de disques détruit la végétation et limite un peu le ruissellement.

Il est préférable de gyrobroyer en fin de saison des pluies, ce qui favorise les jeunes repousses vite tondues par le bétail. Les pare-feux peuvent également être aménagés par implantation d'une bande de plante fourragère basse, très recherchée par le bétail et restant bien verte pendant la période sèche :

Brachiaria brizantha
Brachiaria ruziziensis
Cynodon plectostachyus
Pennisetum clandestinum

En végétation herbacée dense et haute, l'entretien du pare-feu peut être rentabilisé par la récolte pour ensilage de la production éliminée (12 à 15 t/ha de M. S.). Cela nécessite de gros moyens (enseleuse à fléaux, remorques, etc.).

Quoi qu'il en soit, un pare-feu de 6 à 8 m de part et d'autre d'une clôture ne suffit pas à stopper un feu de pleine saison sèche qui se déplace dans une savane non pâturée. Ce pare-feu doit être considéré comme une délimitation de parc, facilitant les accès et susceptible de permettre la mise en place d'un contre-feu en cas de feu accidentel ou dirigé.

Si le **feu précoce** peut se justifier sur gravillons et végétation herbacée peu abondante, afin d'augmenter les surfaces pâturables en saison sèche, il doit être prohibé si l'on recherche une charge élevée et le contrôle de l'embruissonnement.

Le **feu de pleine saison sèche**, sur parcelle non pâturée préalablement, assure un équilibre entre les strates herbacée et ligneuse, mais les repousses herbacées sont réduites et ce type de feu doit être proscrit des programmes d'exploitation. Cependant, ce type de feu caractérise le feu accidentel le plus fréquent et le plus difficile à stopper.

Le **feu tardif**, allumé au début des pluies, et le **feu différé**, allumé après 50 mm de pluies, sont des feux de nettoyage des vieux chaumes, des refus de graminées et des herbes diverses inappétées. Ils détruisent les jeunes pousses et jeunes feuilles d'arbres et contrôlent ainsi l'expansion des ligneux. Ils retardent par ailleurs la repousse des graminées et facilitent une mise sous pâture tardive de la parcelle. Ils sont par ailleurs faciles à contrôler et entrent le plus souvent dans les programmes d'exploitation améliorée des savanes guinéennes.

Le **feu de contre-saison** est allumé pendant la « petite saison sèche », de sorte qu'il nécessite la présence des pailles de l'année précédente comme combustible. Ce feu est utilisable sur sols profonds pour nettoyer une parcelle en défens et la préparer à la pâture pour la grande saison sèche. Il détruit toutes les jeunes pousses des ligneux et contrôle efficacement l'embruissellement.

Rotations et mise en défens

Pour utiliser au mieux le pâturage guinéen, un temps de repos de 30 jours devrait être respecté entre deux pacages, avec consommation de l'ensemble des repousses obtenues en 3 ou 4 jours. Ceci supposerait une division complexe du pâturage par clôtures permanentes en 9 paddocks ou l'emploi de clôture électrique.

Il semble préférable d'être moins ambitieux pour l'exploitation de pâturages naturels. Cependant, il est judicieux d'envisager des périodes de repos intercalées entre des périodes de pâture, afin que les espèces consommées puissent reconstituer leurs réserves et parvenir périodiquement jusqu'à la fructification et la dissémination des semences.

Entre temps, un déplacement de **pierres à lécher** peut modifier le secteur de pâture du troupeau, celui-ci se déplaçant dans la journée entre le point d'abreuvement et le dépôt de pierres à lécher.

Ces dernières peuvent être achetées dans le commerce ou fabriquées localement. En basse Côte-d'Ivoire, Rombaut (117) a fait préparer des blocs pouvant être suspendus à 1 m du sol et protégés de la pluie par une tôle. Les pierres sont constituées par le mélange des ingrédients suivants, qui sont intimement mélangés mais mouillés légèrement :

gros sel	7 kg
phosphate bicalcique	6 kg
ciment	6 kg
sulfate de cuivre	100 g
sulfate de cobalt	6 g

Les deux derniers éléments sont dilués directement dans l'eau avant le mouillage.

L'ensemble est coulé dans un sac plastique posé sur le sol et maintenu en terre par un gros bâton qui traverse le fond et dépasse de l'ouverture. Ce bâton constituera l'axe du bloc, ce qui facilitera son accrochage*.

Après accoutumance, les bovins consomment environ 10 g par jour et par animal de ce mélange solidifié.

Exemples d'exploitation améliorée de pâturages

Aux stations fourragères et zootechniques de Wakwa, près de Ngaoundéré (Cameroun), des essais sont conduits depuis plusieurs années :

* Les pierres à lécher de fabrication artisanale ont habituellement le défaut de se déliter. C'est pourquoi il est préférable de les couler dans un récipient dans lequel elles seront conservées et transportées (calebasse, tronc évidé, etc.).

— **exploitation pendant la période active et repos en saison sèche**, les troupeaux effectuant la transhumance traditionnelle.

De mai à novembre, les pâturages sont exploités en rotation avec cinq parcelles, les troupeaux restant 5 jours sur une parcelle et les parcelles bénéficiant d'un repos de 21 jours entre deux pacages.

- Avec une charge saisonnière forte de 0,5 ha/U. B. T. (500 kg de poids vif/ha), ce mode d'exploitation assure un bon entretien du troupeau et le pâturage prend l'aspect d'une pelouse rase à touffes étalées, mais les fructifications sont rares.

- Avec une charge faible de 1 ha/U. B. T. (250 kg de poids vif/ha), le troupeau est aussi maintenu en bon état et la conservation du pâturage est assurée. La moitié des touffes de graminées parvient à fructification et seules quelques espèces de remplacement font leur apparition.

— **exploitation des pâturages toute l'année**

A la station zootechnique de Wakwa, les troupeaux sont entretenus depuis une dizaine d'années avec une charge constante d'environ 1,5 ha/U. B. T. (165 kg de poids vif/ha).

Les troupeaux sont constitués en fonction des nécessités zootechniques et répartis dans les parcs de 300 à 800 ha, à l'intérieur desquels les animaux se déplacent entre les points d'abreuvement, les points de distribution de sels minéraux et le stationnement de nuit, près des cases de bergers. Ces parcs sont protégés efficacement des feux courants par des pare-feux et le tiers environ de la surface, constitué par les parties planes du parc, a été débroussaillé et est traité au gyrobroyeur chaque année, vers la fin des pluies, ce qui facilite la consommation des repousses de saison sèche.

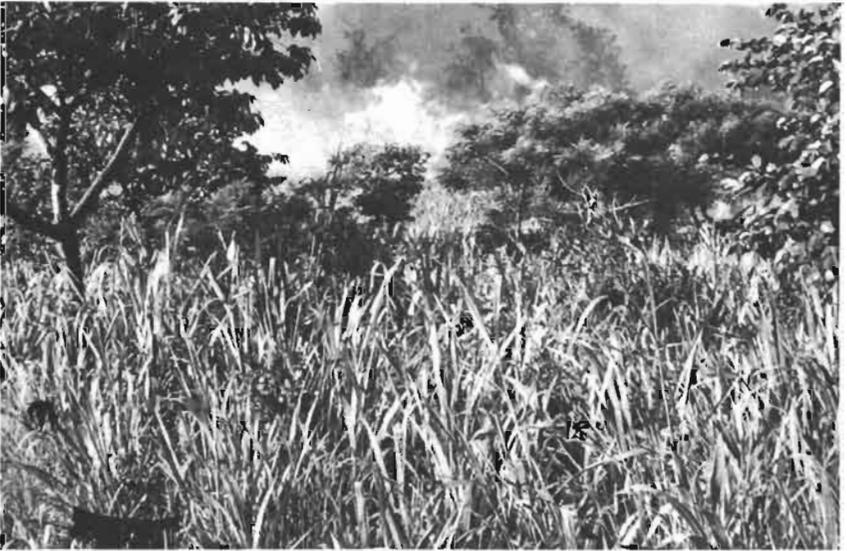
— **exploitation de 2 parcs en saison des pluies et de 3 en saison sèche**

La charge pour l'année est de 2 ha/U. B. T. (125 kg de poids vif/ha). En saison des pluies, 2 parcs sont exploités avec alternance de 2 à 3 mois. En saison sèche, deux formules sont utilisées, mais les bergers émondent quelques *Daniellia oliveri* chaque jour pour mettre les jeunes pousses à la disposition du bétail.

- Le troisième parc peut être brûlé dès que possible, mais les animaux ne sont pas autorisés à y pénétrer avant la deuxième moitié de la saison sèche, de sorte qu'ils restent le plus longtemps possible sur les deux parcs exploités en saison des pluies. Ce système est une assurance contre les feux accidentels. Les animaux se contentent des refus de saison des pluies, tant qu'ils n'ont pas eu l'occasion de consommer des repousses après feu, sinon, ils refuseraient de consommer les vieilles pousses et devraient demeurer sur le parc brûlé.



21. Sans feu préalable, les troupeaux peuvent pénétrer peu à peu dans les hautes herbes en saison sèche (Wakwa (Cameroun)).



22. Feu de contre-saison sur végétation exubérante, alimenté par les pailles de l'année précédente (août, ranch de Sipilou (Côte-d'Ivoire)).

• Dans l'autre méthode, plus rationnelle, le troisième parc est ouvert au bétail dès la fin des pluies. Le bétail continue à pâturer sur les parcs exploités en saison des pluies, mais il pénètre aussi peu à peu par des cheminements dans la masse de pailles du troisième parc, où il consomme progressivement pailles et repousses. Ce parc est nettoyé de ses refus aux premières pluies, par un feu tardif, et mis alors en exploitation de saison des pluies pendant que l'un des deux autres reste en défens jusqu'à la saison sèche suivante. Pour être praticable, cette technique exige une maîtrise absolue des feux accidentels.

— Utilisation de feux de contre-saison

Ce feu peut être accompagné d'une rotation lâche ou serrée.

• Rotation lâche de Kianjasoa (Madagascar) (116)

Ce type de rotation, expérimenté avec succès sur les hauts plateaux du moyen-ouest malgache, mérite d'être cité ici comme exemple pouvant être limité sur pâturages guinéens à végétation peu exubérante des sols sablonneux ou gravillonnaires.

A Kianjasoa, où la végétation des pâturages est une pseudo-steppe à recouvrement et taille modestes, la rotation de saison des pluies peut être lâche avec des intervalles de plusieurs mois. La chute de qualité enregistrée pour les pousses de graminées âgées est contre-carrée par l'action d'un feu de contre-saison qui échelonne les repousses après feu tout au long du reste de la saison des pluies. Avec une saison des pluies s'étendant de novembre à mai, la rotation s'effectue sur 3 parcs avec une charge de 2,5 ha/U. B. T. (100 kg de poids vif/ha).

Le feu de contre-saison intervient après un repos d'un an et l'herbe produite en saison des pluies (11 à 3) peut être brûlée grâce aux refus de la deuxième partie de la saison des pluies de l'année précédente. Après le feu, la repousse retardée est encore de valeur « entretien » en début de saison sèche où elle est pâturée. Cette chute de vigueur est encore appréciable l'année suivante et c'est ce qui autorise la pâture en deuxième partie de saison des pluies seulement.

Mois	11	3	6	11
Saison des pluies	-----			
Parc 1	xxxxxxxxxxxxxxxx			
Parc 2		Feu	xxxxxxxxxx	
Parc 3		xxxxxxxxxxxxxxxx		xxxx

pâture = |xxxx|

L'année suivante, en octobre : parc 1 devient 2, 2 devient 3, 3 devient 1.

• **Rotation sur sols profonds guinéens**

Avec la végétation exubérante des sols profonds, il est pratiquement impossible de préparer par le feu une pâture pour la saison sèche sur un parc laissé en repos en saison des pluies. Le feu ne se développe bien que vers la fin de la saison sèche et le parc ainsi nettoyé ne peut servir d'appoint à cette période qui peut être critique.

Il est alors intéressant de savoir utiliser les périodes sans pluies ou la petite saison sèche, pour pratiquer un feu, à condition qu'il y ait des pailles anciennes et des refus desséchés pour l'alimenter. Ce principe est appliqué pour l'exemple de rotation suivant, utilisable dans les savanes du Congo à *Hyparrhenia diplandra* :

Mois	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Saison des pluies	-----					-----									
Parc 1	xxx			xx		xxxxxxxx									
Parc 2						Feu			xxxxxx			xxx			
Parc 3	xxx			xx		xxxxxxxx									

pâture = |xxxx|

L'année suivante, le parc 1 devient 2, 2 devient 3, 3 devient 1.

QUATRIÈME PARTIE

**INTENSIFICATION
DE LA
PRODUCTION FOURRAGÈRE**

Les principes d'amélioration de l'exploitation des pâturages naturels devraient permettre une augmentation des ressources apportées par l'élevage dans la mesure où un effort suffisant de vulgarisation serait consenti par les responsables concernés.

Les résultats escomptés seront toutefois limités par le caractère extensif de l'élevage sur pâturages naturels et par les conditions excessives qui caractérisent les climats intertropicaux.

Parallèlement à l'effort indispensable pour un meilleur aménagement des pâturages naturels et une rationalisation de leur exploitation, une action doit être envisagée pour réduire les périodes critiques d'affouragement et produire, en situation favorable, des fourrages à forte productivité et riches en éléments nutritifs, afin de développer la production laitière et la finition d'animaux destinés à la boucherie.

Pour être couronnée de succès, cette intensification de la production fourragère devrait respecter certains principes de base essentiels :

- combler des besoins particuliers, préalablement définis ;
- profiter des connaissances agronomiques augmentant la productivité : façons culturales, fertilisation, irrigation ;
- s'adapter aux conditions particulières des milieux physique et humain ;
- s'intégrer dans le plan d'occupation des sols et le calendrier de travail des paysans.

La quatrième partie du manuel comprend donc les chapitres suivants :

- I. — Satisfaction des besoins en fourrages
- II. — Bases agronomiques pour une production fourragère intensive
- III. — Principales espèces fourragères tropicales cultivées.

CHAPITRE I

SATISFACTION DES BESOINS EN FOURRAGES

Une intensification de la production fourragère doit avoir pour objectif prioritaire de supprimer les goulots d'étranglement survenant dans l'affouragement des troupeaux, en vue de satisfaire les besoins humains en lait et viande.

Les fourrages produits pourront intervenir au moment des besoins :

- en vert, par pâture ou distribution à l'auge ;
- sous forme de réserves, conservées sur pied, en foin ou en ensilage.

Si la production de fourrages est relativement aisée pour distribution en saison des pluies, il est nécessaire d'envisager soit des mises en réserves pour la saison sèche, soit une production en vert, en profitant des sites particuliers (cultures en bas-fonds, en décrue) ou en ayant recours à l'irrigation.

Le fourrage doit être aussi riche que possible en énergie et en azote et être obtenu avec de forts rendements. Ceci suppose une bonne maîtrise des techniques culturales et une récolte du fourrage par coupe ou pâture, en respectant les temps de croissance favorables à une bonne composition du fourrage. Une graminée cultivée peut assurer une production de lait ou un gain de poids jusqu'à un temps de croissance de 40 jours (tabl. 20). Au-delà, ainsi qu'en réserve sur pied de saison sèche, elle assure à peine la ration d'entretien en énergie. Il est alors nécessaire de compléter la ration en azote. Par contre, une légumineuse reste un aliment riche, même en réserve sur pied. Elle peut donc assurer un complément de ration en saison sèche, soit en distribution à l'auge, soit en pâture de nuit.

L'émondage de rameaux ligneux feuillés procure également un fourrage riche qui peut être séché et conservé sous forme de foin.

TABLEAU 20. — Valeur fourragère et temps de croissance de plantes cultivées

Espèce — Stade	M. S. p. 100 fourrage	Composition en p. 100 M. S.			Valeur fourragère				Classe
		Matière azotée	Matière cell.	Cendres	par kg de fourrage		par kg de M. S.		
					U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.	
Graminée vivace									
<i>Digitaria umfolozi</i>									
pousses de 20 j	14,3	18,1	30,0	13,2	0,09	19	0,62	133	4
pousses de 40 j	21,0	11,6	30,5	10,9	0,14	15	0,65	73	4
pousses de 90 j	29,0	3,7	34,0	11,2	0,16	tr	0,54	tr	1
Réserves sur pied									
début saison sèche	42,9	3,5	35,7	15,2	0,18	tr	0,42	tr	1
fin de saison sèche	86,3	2,3	36,5	14,4	0,34	tr	0,39	tr	1
Légumineuse vivace									
<i>Stylosanthes gracilis</i>									
pousses de 30 j	24,3	16,5	23,0	11,0	0,20	29	0,84	118	4
pousses de 60 j	28,3	12,9	26,6	10,0	0,22	24	0,77	85	4
Réserves sur pied									
saison sèche	45,0	10,7	32,1	6,0	0,31	29	0,69	64	4



23. Récolte de bourgou par les piroguiers pour affouragement à l'auge en embouche paysanne (région de Gaya (Niger)).



24. Culture de *Setaria sphacelata* exploitée en pâture tournante (Adiopodoumé (Côte-d'Ivoire)).

Domaine sahélien

La transhumance de faible ou grande amplitude y subistera encore longtemps et, avec la faible densité humaine, il s'avère difficile d'envisager une intensification généralisée de la production fourragère.

A proximité des points fixes de rassemblement des éleveurs, comme les points d'eau permanents, une production fourragère devrait être envisagée pour limiter le déficit en saison sèche et surtout en années sèches. En climat méditerranéen, à degré hygrométrique de l'air suffisant, des espèces sont cultivées en sites favorables (dépressions collectant les eaux pluviales) et elles ont la faculté de pouvoir attendre plusieurs années entre deux exploitations :

Atriplex spp.

Opuntia ficus indica var. *inermis*

Malheureusement, le degré hygrométrique de l'air descend souvent au-dessous de 7 p. 100 au Sahel et, jusqu'à présent, ces espèces n'y ont pas donné satisfaction. La solution est encore du domaine de la recherche et il faudrait trouver des espèces satisfaisantes locales ou exotiques. La culture d'un petit arbuste local pourrait être tentée. Il s'agit de *Cadaba glandulosa*, qui se rencontre très arasé sur sol limoneux de couloirs interdunaires.

Production de foin

Des campagnes de fenaison avec faucheuse à bœufs, ou même coupe manuelle, ont été parfois lancées au Sahel (Niger, Sénégal). La fenaison des graminées naturelles se fait après l'arrêt des pluies. Le foin mis en meules est récolté au stade pailleux. C'est un fourrage de lest, assurant la ration d'entretien en énergie, mais dépourvu d'azote. Le rendement à l'ha est réduit (moins d'une t à l'ha) et il y a risque de dégradation au cours des années, avec régression des graminées annuelles récoltées avant l'égrenage.

La fenaison devrait être réservée aux sites privilégiés à forte productivité et il faudrait vulgariser parallèlement la récolte d'émondes feuillues stockées en bottes, mais la culture d'espèces ligneuses fourragères reste à mettre au point.

Il serait préférable de conserver sur pied ces pailles de graminées et de cultiver, pour foin, des légumineuses herbacées en dépressions collectant les eaux pluviales :

Centrosema pubescens

Dolichos biflorus = *Macrotyloma uniflorum*

Dolichos lablab = *Lablab purpureus*.

Des graminées vivaces à tiges fines et feuillues pourraient aussi être cultivées dans ces stations pour récolte de foin : *Cenchrus ciliaris*, *Chloris gayana*. Là encore, des recherches appliquées sont à envisager avant de passer au stade de vulgarisation.

Irrigation

A proximité des grandes villes sahéliennes situées au bord des grands fleuves, il existe, depuis longtemps, un marché traditionnel de lait. Pour cela, les éleveurs entretiennent, à proximité de la ville, des vaches en pleine lactation, accompagnées de leur veau.

L'irrigation de bourgoutière, en vue de l'approvisionnement en fourrage d'une coopérative de producteurs de lait traditionnels, pourrait être envisagée. La production de la bourgoutière pourrait ainsi passer de 17 t à 39 t/ha de M. S. consommables. La distribution du fourrage aux vaches laitières pourrait se faire moyennant une rétribution comparable au prix d'achat d'aliments déjà pratiqué sur la place (bottes de bourgou achetées aux piroguiers, farines basses de riz, son de mil, bottes de fanes d'arachides, etc., achetés aux agriculteurs voisins). L'amélioration de l'affouragement des laitières ainsi réalisée devancerait l'implantation d'une laiterie industrielle dont le besoin se ferait sentir dès que la production laitière obtenue dépasserait les besoins de la ville voisine. Trop souvent en effet, la laiterie est d'abord installée puis, devant la pénurie en lait local, son fonctionnement est assuré par du lait en poudre importé.

Alors que le bourgou *Echinochloa stagnina* convient aux sols limoneux, l'herbe de Para, *Brachiaria mutica*, pourrait être envisagée sur sols sablonneux.

Sur les terrasses du fleuve non inondables, d'autres cultures peuvent être envisagées en irrigation, soit pour la production laitière, soit pour la finition d'animaux de boucherie, avec des légumineuses vivaces comme *Phaseolus lathyroides*, avec des graminées annuelles à cycle court : sorgho et maïs. En période fraîche (décembre à janvier) ces espèces poussent mal par suite du manque de chaleur et des céréales de pays tempérés pourraient les remplacer comme l'orge de printemps, ainsi que des crucifères fourragères, à cycle court (navette, etc.). Là encore, des essais préalables sont nécessaires.

Au bord du lac Tchad, des cultures pérennes sont très productives sur les « polders » de Bol, car les racines atteignent la nappe phréatique. Après une irrigation de départ, nécessaire au développement des racines, la productivité de *Pennisetum purpureum* (130) atteindra 39 t/ha de M. S., en 9 coupes par an, avec une moyenne de 40 jours de période de croissance, soit environ 100 kg/ha/j de M. S.

Domaine soudanien

La coexistence de l'agriculture et de l'élevage peut être un facteur favorable à l'intensification de la production fourragère. Les besoins en fourrages peuvent s'y échelonner tout au long de l'année :

- pour l'affouragement des bœufs de culture attelée ;
- pour la nourriture des animaux en embouche paysanne ;
- pour l'affouragement des troupeaux des sédentaires qui manquent de bons pâturages à proximité du village en saison des pluies et de pâturages d'appoint en saison sèche.

Un programme de production fourragère dans un village d'agriculteurs doit nécessairement tenir compte de l'occupation du sol par les cultures, des nécessités d'assolement et de protection des sols, du calendrier de travail des agriculteurs.

Cultures fourragères anti-érosives

Dans le cadre des **cultures en sec**, conduites de plus en plus en culture attelée, même en culture motorisée, les soles sont dessouchées, ce qui suppose des aménagements anti-érosifs.

Les rotations prévoient un repos en jachères de 2 à 3 ans, jachères suivies le plus souvent par un labour de fin de cycle, intervenant en fin des pluies. La production fourragère peut trouver sa place dans ce contexte et même apporter sa contribution à l'intensification agricole.

La lutte anti-érosive peut être envisagée sur pentes faibles (moins de 5 p. 100) en intercalant entre les bandes cultivées (50 à 100 m) des **bandes engazonnées permanentes** de 20 à 30 m de large, avec des graminées basses à stolons (tiges rampantes s'enracinant aux nœuds) :

Cynodon plectostachyus

Digitaria umfolozi.

Ces bandes peuvent être pâturées au piquet (tiers) pendant la saison des pluies, avec des animaux calmes (bœufs de trait ou d'embouche) ; sinon, ces plantes doivent subir au minimum 2 coupes pendant la période active. La première récolte intervenant vers le milieu de la saison des pluies ne peut qu'être **ensilée** ; la seconde récolte peut attendre l'arrêt complet des pluies et fournir une production de **foin** de qualité très acceptable.

Des graminées vivaces à tiges fines peuvent être semées sur une partie des bandes en vue de la production du foin :

Cenchrus ciliaris

Chloris gayana.

Pour l'**ensilage**, une tranchée à bords verticaux est aménagée, si possible à flanc de côteaux, car elle doit être bien drainée en saison des pluies. Pour réussir l'ensilage, il faut un produit riche en sucres, facile à tasser, si possible préfané (coupé le matin, ensilé dans l'après-midi). Le maïs au stade laiteux ou pâteux convient le mieux, mais les agriculteurs répugneront longtemps à l'ensiler, car il suffit d'attendre quelques jours pour récolter les épis qui seront vendus pour être consommés, bouillis ou grillés, par les hommes eux-mêmes.

La nécessité de remplir rapidement le silo, de tasser fortement le produit par piétinement des hommes, de bœufs, ou passages répétés d'un tracteur, de faucher et transporter un produit lourd car riche en eau, oblige à envisager la préparation de l'ensilage par des groupes d'agriculteurs en entraide collective, sinon la vulgarisation de l'ensilage aura toujours un succès limité.

Le silo rempli en deux jours au maximum, bien tassé, est recouvert de 30 cm de terre et il ne sera ouvert qu'en pleine saison sèche. Un bon ensilage ayant subi une fermentation anaérobique, de préférence lactique, ressemblera à du tabac blond dont il aura l'aspect et sensiblement l'odeur. Il sera alors très apprécié du bétail, surtout si au début du dessilage les rations sont arrosées à l'eau salée.

Pour éviter les moisissures à l'extérieur de la masse, il serait préférable d'utiliser des films de plastique, mais le prix de revient dépasse souvent le gain de produit réalisé. L'ensilage peut également être effectué au niveau du sol, en silo-meule ou silo-taupinière. Le produit doit encore être bien tassé et enfermé dans un film plastique, fermé par un dépôt de terre.

Lorsque les soles emblavées sont séparées par des **talus anti-érosifs**, ces talus doivent être consolidés par des végétaux herbacés ou ligneux à enracinement profond. Ces végétaux peuvent être des plantes fourragères à couper pour distribution en vert à l'auge :

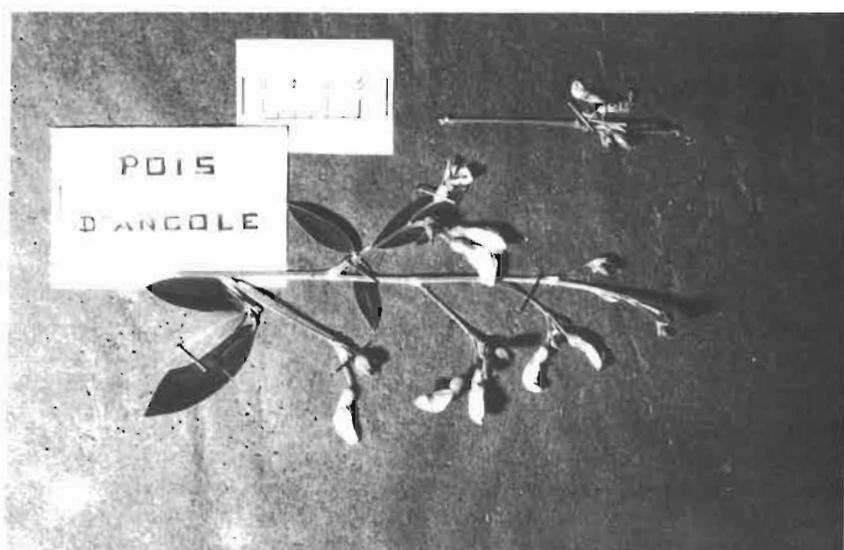
— des graminées :

Pennisetum purpureum et variétés (*merckeri*, *kisozi*, collet rouge)
Tripsacum laxum

— des légumineuses arbustives :

Cajanus cajan
Leucaena leucocephala.

Ces deux espèces peuvent être rabattues à 60-80 cm en haie vive. Les rameaux feuillés, avec fleurs et jeunes fruits, constituent un aliment très riche à servir en complément pendant la saison sèche. Ces productions peuvent être données en vert ou séchées en bottes pour distribution en foin ou en farine, après passage au pilon ou au broyeur.



25. *Cajanus cajan* ou pois d'Angole ; légumineuse arbustive, utilisable sur talus anti-érosifs.



26. *Andropogon gayanus*, graminée vivace des pâturages soudaniens, utilisable en jachère fourragère.

Jachère fourragère

La jachère de 2 ou 3 ans régénère les soles cultivées, à condition qu'il n'y ait pas d'exportation de production, et surtout que la structure du sol puisse s'améliorer grâce à l'enracinement des plantes de jachères, annuelles et vivaces, amélioration d'ailleurs proportionnelle à la puissance et à la profondeur de l'enracinement. Une jachère bien conduite devrait donc être protégée des feux pendant toute l'année.

La masse végétale produite peut être enfouie par un labour de fin de cycle, trois semaines à un mois avant la fin des pluies ou, à défaut, brûlée par un feu tardif précédant le labour. Une jachère naturelle ou améliorée par une plante fourragère peut être une source de fourrage, mais elle doit assurer d'abord son rôle agronomique de régénération :

- exploitation par pâture, afin de restituer au sol une part importante des exportations (urine, fèces) ;
- pâture en charge instantanée faible, du moins en saison des pluies, pour réduire l'effet néfaste du piétinement.

L'introduction d'une graminée vivace à enracinement puissant favorise la régénération de la structure ; mais une légumineuse vivace a l'avantage de fournir en saison sèche, même sur pied, un fourrage riche en azote.

Avec la dernière culture de l'assolement, une légumineuse annuelle peut être associée pour la production de fourrage, et surtout de foin : *Vigna unguiculata* (niébé) ; mais, de plus en plus, la dernière culture est considérée comme une plante abri et la plante fourragère y est semée en interligne après le dernier binage d'une annuelle, comme le sorgho (142), ou à la saison des pluies précédant la récolte, pour le manioc.

Diverses espèces peuvent être envisagées pour une jachère fourragère :

- des graminées :

Andropogon gayanus
Brachiaria ruziziensis
Cenchrus ciliaris
Chloris gayana
Pennisetum purpureum

- des légumineuses :

Lablab purpureus (dolique)
Macrotyloma uniflorum
Stylosanthes humilis
Stylosanthes guianensis = *Stylosanthes gracilis*.

Les espèces introduites doivent être vivaces ou pluriannuelles et surtout aptes à résister à la saison sèche, d'où un choix d'espèces selon la pluviométrie, la longueur de la période active et les réserves en eau des différents sols. Il est nécessaire d'effectuer des tests préliminaires, afin de préciser les espèces les mieux adaptées à chaque situation.

Cultures fourragères permanentes

La plupart des espèces citées donnent surtout satisfaction pour les assolements et aménagements anti-érosifs en secteur préforestier du domaine guinéen et, pour une plus faible part, en secteur sud-soudanien. Les conditions offertes par le domaine soudanien sont souvent marginales pour les cultures fourragères intégrées dans l'assolement et il est souvent préférable d'établir des **cultures fourragères permanentes** en stations favorables (terrasses basses non inondables ou lits majeurs à inondation temporaire). Le surplus d'eau fourni par la situation topographique particulière permet de reculer les limites géographiques de la plupart des espèces intéressantes, comme les graminées :

Brachiaria ruziziensis

Panicum maximum

Pennisetum purpureum

les légumineuses :

Pueraria phaseloides

Stylosanthes guianensis.

L'aménagement de fonds de cuvettes pour la riziculture pourrait fournir des possibilités nouvelles pour la production fourragère, en dehors de la pâture après récoltes. des plantes adventices de rizières. Si les ressources en eau sont suffisantes pour une irrigation de saison sèche, une plante fourragère annuelle peut être cultivée après récolte du riz :

- céréales : avoine, orge, sorgho, maïs, etc. ;
- crucifère fourragère en période fraîche : navette ;
- légumineuses : vesce, niébé, dolique, etc.

Si ces ressources sont insuffisantes, une culture fourragère pluriannuelle peut être utile périodiquement pour lutter contre les mauvaises herbes, et les espèces de prairies aquatiques peuvent être utilisées, à condition, toutefois, qu'une nappe phréatique permette la survie en saison sèche de ces espèces :

Brachiaria mutica
Echinochloa stagnina.

Quelles que soient les disponibilités en eau, l'aération du sol des rizières est nécessaire pour limiter les chutes de fertilité, par suite de phénomènes réducteurs, et il est souvent préférable de labourer grossièrement la rizière aussitôt après la récolte, puis de la laisser reposer pendant la saison sèche.

En dehors du territoire concerné par les activités agricoles, les pâturages naturels pourraient subir des interventions tendant à l'enrichissement de leur flore en espèces fourragères et particulièrement en légumineuses consommées. Ceci suppose que la plante introduite ne sera pas trop concurrencée par la végétation en place, tant herbacée que ligneuse. **L'amélioration des pâturages** n'est donc recommandée qu'avec une végétation ligneuse peu importante, ou détruite au préalable, et une végétation herbacée amoindrie, par surpâturage par exemple. Un sol sableux peut recevoir un semis sans préparation, alors qu'un sol à éléments fins, sujet au tassement, nécessite un ameublissement.

Sont actuellement préconisées : *Stylosanthes guianensis*, *Stylosanthes humilis* ; mais d'autres espèces mériteraient d'être essayées, en particulier *Leucaena leucocephala*.

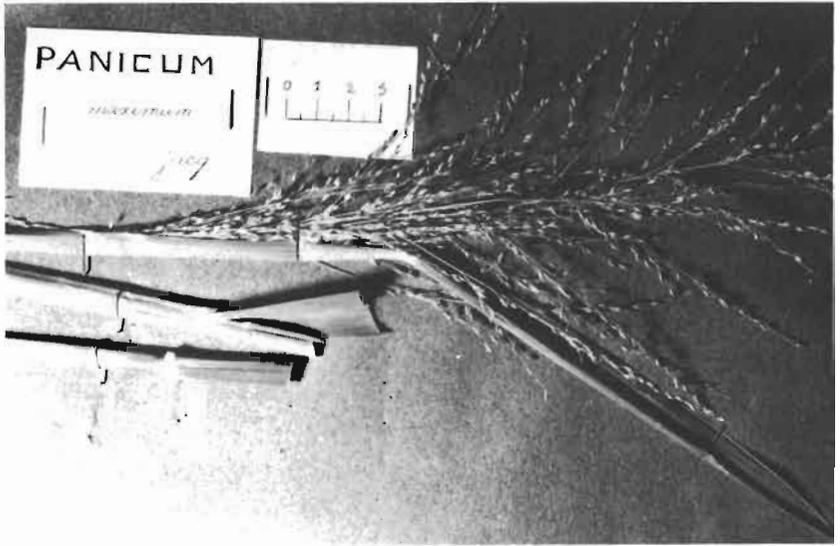
Il peut être préférable d'établir une culture de l'espèce à introduire plutôt que d'enrichir le pâturage naturel. Au Nigeria (143) un meilleur entretien du troupeau est obtenu en saison sèche, à la condition que le troupeau passe un tiers du temps de pâture sur une culture pure de *Stylosanthes guianensis*. Un résultat analogue est d'ailleurs obtenu en distribuant en complément de la graine de coton.

Domaine guinéen

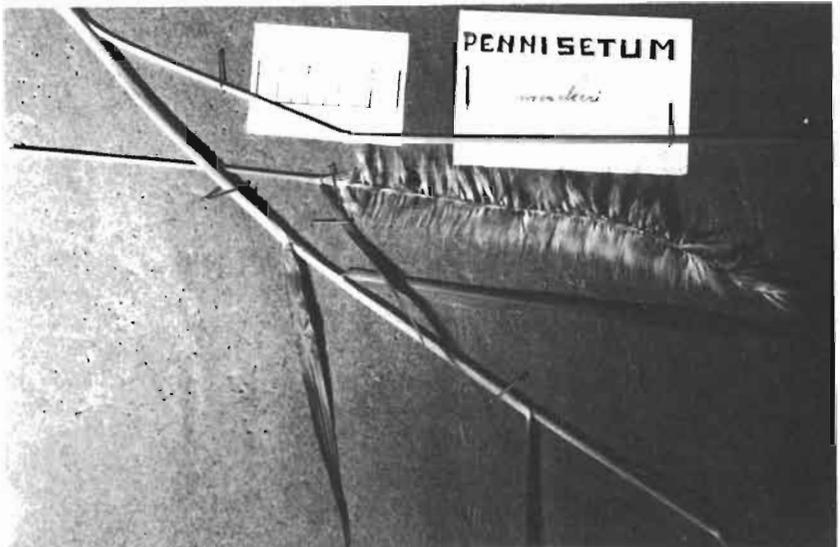
Les interventions envisagées pour le domaine soudanien sont applicables en **secteur préforestier**, avec de fortes chances de succès et les espèces fourragères les plus utilisées sont :

— pour les graminées :

Brachiaria ruziziensis
Digitaria pentzii = *D. decumbens*
Melinis minutiflora
Panicum maximum
Pennisetum purpureum
Setaria sphacelata



27. *Panicum maximum* ou herbe de Guinée est une bonne espèce fourragère en domaine guinéen.



28. *Pennisetum purpureum* ou herbe à éléphant et ses variétés (*merckeri*, *kizosi*) fournit un fourrage à distribuer à l'auge.

— pour les légumineuses :

Centrosema pubescens
Desmodium intortum
Pueraria phaseoloides
Stylosanthes guianensis.

En secteur forestier, des cultures fourragères peuvent faire suite à la rotation traditionnelle des cultures, ou plus rarement, être installées immédiatement après défrichement de la forêt. Au Brésil, par exemple, le défrichement de la forêt, ou « Mata », s'effectue de façon grossière par débroussaillage, abattage de la plupart des arbres, mise en andains et brûlis. *Panicum maximum* est implantée à grands espacements (quelques mètres). A fructification, la dispersion des graines est facilitée au besoin par le piétinement d'un troupeau, et le terrain est alors occupé par la graminée introduite.

Après défrichement de la forêt, les espèces conseillées sont des graminées :

Panicum maximum
Pennisetum purpureum
Setaria sphacelata.

CHAPITRE II

BASES AGRONOMIQUES POUR UNE PRODUCTION FOURRAGÈRE INTENSIVE

La production d'une plante fourragère cultivée est une notion toute relative, car elle varie selon l'adaptation de la plante pour le milieu dans lequel elle est introduite, ainsi qu'avec les soins, plus ou moins adaptés, qui lui sont prodigués.

Choix de l'espèce

Bien qu'il soit recommandable de trouver, pour chaque milieu, dans ce même milieu ou dans des milieux homologues, la plante fourragère à cultiver, la plupart des espèces proposées proviennent des régions humides. Ces espèces ont d'abord été cultivées en domaine guinéen ou assimilé, dans un but de régénération des terres cultivées. Ces graminées, et surtout les légumineuses, étaient introduites comme plantes de couverture pour l'amélioration des jachères ou pour lutter contre des adventices envahissantes, telles qu'*Imperata cylindrica*. Ultérieurement, les agronomes ont découvert que ces espèces pouvaient être consommées par le bétail, d'où l'extension de leur culture jusqu'aux extrêmes limites des possibilités écologiques. Des collections d'écotypes et phénotypes ont ensuite été réalisées pour les grandes espèces pantropicales à vaste extension géographique :

Andropogon gayanus, au Nigeria,

Panicum maximum, au Brésil et en Côte-d'Ivoire,

Pennisetum purpureum, en Ouganda.

Il en est résulté une mise en évidence de souches aux potentialités très intéressantes pour certains types de milieu.

Des maladies cryptogamiques apparaissent avec l'extension des surfaces emblavées en plantes fourragères, ainsi que des attaques par insectes : consommation du feuillage par des chenilles, attaque des

tiges au niveau du collet, piqûres de pucerons transmettant des viroses. C'est un risque d'échec pour les programmes de mise en valeur régionale, qui doit être combattu en diversifiant les cultures fourragères. Mais un travail de sélection de variétés résistantes doit être entrepris, ainsi qu'une amélioration des techniques d'exploitation pour lutter contre ces éventualités.

Le choix d'un rythme d'exploitation par coupe ou pâture peut contrecarrer les cycles de développement des champignons et insectes prédateurs ; il peut également avoir un effet dépressif sur les possibilités de repousses.

Des observations fragmentaires ont déjà été effectuées à ce sujet sur *Panicum maximum*, qui rejette parfois très mal après une coupe. Une masse herbacée minimale doit quelquefois être produite avant la coupe pour assurer une repousse satisfaisante. Pour certaines graminées, comme *Melinis minutiflora*, il semble que la coupe doive s'effectuer assez haut, pour permettre des repousses sur chaumes, car les rejets sur souches sont rares. Pour des espèces à tiges fortes, comme *Pennisetum purpureum*, des coupes à 10-20 cm du sol entraînent des rejets sur le « moignon » et ces rejets sont malingres, débiles et peu productifs. Un rajeunissement périodique, au ras du sol, détermine la sortie de pousses de collets au niveau du sol, ces pousses ayant de nouveau une vigueur normale. Pour les légumineuses vivaces, comme *Stylosanthes guianensis*, le réveil de bourgeons à la base des tiges semble limité par la lignification de la tige. Pour assurer une bonne repousse, il faudrait alors respecter un « indice de fauche » (121), la hauteur de coupe devant augmenter proportionnellement avec la taille de la plante. Ainsi, la coupe devrait intervenir aux 3/10 de la hauteur du couvert, soit une coupe à 18-20 cm pour un couvert atteignant 60 cm de hauteur.

L'exploitation d'une plante fourragère ne peut donc être qu'un compromis entre :

- le rythme imposé par la physiologie de la plante ;
- le rythme favorable à la meilleure production en matière sèche ;
- le rythme favorable à une bonne teneur du fourrage en azote.

Mais cette dernière condition n'est plus à considérer s'il existe localement des aliments azotés de complément pour un faible prix de revient (tourteaux, graines de coton, etc.).

Fertilisation de la culture fourragère

La productivité et la valeur du fourrage sont aussi liées au potentiel de fertilité du sol. Sans fumure, un sol est capable de fournir une

certaine production qui peut être estimée par la biomasse obtenue sur pâturage naturel en fin de saison des pluies, et qui correspond sensiblement aux exportations suivantes, par tonne de matières sèches :

10 kg d'azote
7 kg d'acide phosphorique
20 kg de potasse.

Au stade de consommation par le bétail, le fourrage est plus riche et la production fournie pendant la période active est d'ailleurs inférieure au potentiel de production.

En pâture, près de 50 p. 100 de l'azote et plus de 80 p. 100 de l'acide phosphorique et de la potasse sont restitués au sol par l'urine et les fèces, ce qui maintient la production du pâturage au seuil de productivité.

Certaines espèces peuvent avoir une productivité supérieure grâce à un meilleur coefficient d'assimilation, une meilleure photosynthèse, un développement racinaire mieux adapté, mais le rendement ne pourra être accru que par un apport d'éléments fertilisants.

Aux Antilles (127) une fertilisation minimale annuelle de 100 kg d'azote, 30 kg d'acide phosphorique et 100 kg de potasse est apportée à *Digitaria pentzii* pour un rendement de fourrage de 10 t/ha de M. S. sur sol argileux, avec 1 300 mm de pluviosité annuelle et 15 t/ha de M. S. sur sol jeune volcanique recevant 2 000 mm de pluviosité annuelle. En multipliant par 5 la fertilisation, le rendement l'est par 2,5 environ, et il passe respectivement à 25 et 40 t/ha de M. S.

Cette augmentation de rendement s'accompagne d'une plus forte teneur du fourrage en azote et en éléments minéraux. Mais encore faudrait-il que l'augmentation de rendement valorise l'apport d'engrais, et en particulier l'apport d'azote !

Pour des productions moyennes les plus facilement rentables, un apport d'azote peut être réalisé par l'**association d'une légumineuse à la graminée**, mais les besoins en potasse et phosphore sont maintenus. En pâturage tempéré, le trèfle blanc apporte ainsi de 60 à 120 kg d'azote à l'ha, ce qui suffit pour une production moyenne.

Il faut cependant que la légumineuse trouve en place un **rhizobium** peu spécialisé qui s'adaptera à cette plante et colonisera les nodules des racines, pour fixer l'azote de l'air. Un nodule est actif s'il présente une section rose. Une couleur blanche montre que le nodule est inactif, soit par excès d'azote dans le sol, soit que la souche de rhizobium ne fixe pas d'azote. Une section verte ou brune indique que le nodule est dégénéré, soit parce que la plante est âgée, soit parce que le sol est trop humide (146). Si la nodulation est inactive, il peut être recommandé d'inoculer les semences avec des rhizobiums spécifiques. Avant le semis, les graines peuvent être enrobées avec du lait, dans lequel la souche de rhizobium a été préalablement diluée.

L'association d'une légumineuse à une graminée demeure, malgré tout, difficile, car leurs rythmes physiologiques sont fréquemment incompatibles, et les doses respectives de semis doivent être adaptées pour favoriser l'équilibre entre les espèces associées, de sorte que des expérimentations longues sont encore nécessaires. D'autre part, en période pluvieuse, la graminée tend à dominer la légumineuse, alors que c'est l'inverse en saison sèche. L'effet pâture doit être utilisé pour équilibrer le mélange. Avec un rythme d'exploitation à 30 jours de repos, le bétail consomme surtout la graminée en saison des pluies, alors qu'il consomme plutôt la légumineuse en saison sèche. Ainsi la ration ingérée conserve toujours une teneur en azote satisfaisante. Chaque année, l'équilibre doit être rétabli en début des pluies : surcharge momentanée si la graminée prédomine ; apport d'azote, d'environ 50 kg/ha, si la légumineuse a tendance à étouffer la graminée, car la fertilisation azotée ralentit le développement relatif d'une légumineuse.

Irrigation de la culture fourragère

Une bonne fertilisation de la culture fourragère ne sera valorisée qu'à condition que la plante trouve suffisamment d'eau pour élaborer la matière sèche du fourrage. Les sols profonds, conservant une bonne réserve d'eau en profondeur, conviennent le mieux aux cultures fourragères pérennes, à enracinement puissant et la plante est alors apte à la repousse presque toute l'année.

Si les disponibilités en eau sont importantes et à faible prix de revient, la productivité de la plante fourragère peut être intensifiée par irrigation. Diverses techniques sont utilisables : submersion ou épandage à partir de canaux d'amenée en terrain plat, aspersion avec éléments fixes ou mobiles sur terrains accidentés, mais avec eau sous pression, infiltration souterraine par tuyaux perforés ou même goutte-à-goutte.

Le sol doit présenter une perméabilité acceptable : certaines argiles ne sont pas irrigables, car l'eau ne parvient pas aux racines profondes ; un sable grossier, trop percolant, ne conserve pas suffisamment d'eau au voisinage des racines.

Les plantes fourragères cultivées peuvent présenter des besoins en eau différents, fonction de leur développement racinaire, de leur anatomie foliaire, etc. Mais la valeur du fourrage produit évolue souvent parallèlement aux besoins en eau.

Une bonne irrigation doit pratiquement **couvrir le déficit hydrique**, et avec un rythme d'autant plus accéléré que le déficit s'avère important (tabl. 21).

Sans tenir compte d'un coefficient d'efficacité d'irrigation, généralement de 0,7, les besoins en eau sont très importants au Sahel, mais

TABLEAU 21. — Besoins en eau pour irrigation

Mois	Bouaké (Côte-d'Ivoire) domaine guinéen, secteur préforestier					Gao (Mali) Sahel type					
	Pluie (mm)	ET (mm)	Déficit (mm)	Besoins en m ³ /ha		Pluie (mm)	ET (mm)	Déficit (mm)	Besoins en m ³ /ha		$\frac{ET}{2} - P$ mm
				mois	semaine				mois	semaine	
Janvier	12	187	175	1 750	408	0	141	141	1 410	329	70
Février	44	186	142	1 420	331	0	165	165	1 650	385	82
Mars	89	165	76	760	177	1	213	212	2 120	495	105
Avril	176	147	—	—	—	1	220	219	2 190	511	110
Mai	146	124	—	—	—	6	246	240	2 400	560	117
Juin	137	101	—	—	—	27	229	202	2 020	471	87
Juillet	93	84	—	—	—	75	211	136	1 360	317	30
Août	106	81	—	—	—	110	177	67	670	156	—
Septembre	219	93	—	—	—	36	183	147	1 470	343	55
Octobre	139	106	—	—	—	5	182	177	1 770	413	86
Novembre	38	123	85	850	198	0	147	147	1 470	343	73
Décembre	21	152	131	1 310	306	0	141	141	1 410	329	70

modérés et limités dans le temps en secteur préforestier. Avec un débit de 10 l/s (36 m³/h) il faudrait irriguer à Gao pendant plus de 15 h par semaine en mai et plus de 4 h en irrigation de complément au mois d'août. A Bouaké l'irrigation serait limitée à 1 h et demi par semaine en mars et 11 h en janvier.

Mais la période active d'un pâturage pouvant être définie par la durée pendant laquelle la moitié de l'évapotranspiration potentielle est compensée par la pluviosité, il est possible qu'une plante fourragère produise suffisamment si l'irrigation est limitée au niveau : $\left(\frac{ET}{2} - P\right)$

Les besoins en eau seraient alors beaucoup plus réduits. Pour Gao, par exemple :

- besoins nuls en août,
- besoins réduits à 300 m³/ha/mois en juillet (plus de 4 fois moins qu'en irrigation comblant ET),
- besoins de 1 170 m³/ha/mois en mai (2 fois moins).

Toutefois, des essais d'irrigation, avec apports d'eau échelonnés entre ces deux niveaux, sont nécessaires, en comparant plusieurs espèces fourragères; afin d'estimer les diverses possibilités de production.

En tenant compte du coût de l'eau et du manque généralisé de technicité chez les populations intéressées, il semble que dans l'immédiat l'irrigation de plantes fourragères ne puisse être envisagée que dans quelques cas privilégiés :

- en saison sèche pour le secteur préforestier et le secteur soudanien sud ;
- en irrigation de complément pendant la période pluvieuse au Sahel, pour des cultures céréalières ; la masse végétale produite étant bottelée et stockée pour foin comme sous-produit de la récolte de grains effectuée préalablement ;
- en irrigation de saison sèche au Sahel, uniquement sur des sols à potentiel de fertilité élevé, comme les bourgoutières.

Mise en place des plantes fourragères

La réussite d'une culture fourragère dépend beaucoup de sa mise en place qui doit satisfaire aux besoins immédiats de la plante et lui permettre de supplanter rapidement les mauvaises herbes.

Alors qu'une graminée gagne à être implantée dès le début des pluies, souvent une légumineuse profite mieux d'une mise en place tardive, car elle est alors moins sujette aux attaques par insectes et champignons.

Le sol doit être bien préparé, par un labour profond, suivi d'un ameublissement au scarificateur et à la herse.

Les semis de graines, qui sont souvent petites, doivent s'effectuer sur un « lit de semences » consistant en un sol finement émietté et tassé au rouleau. Ceci suppose que les champs soient aménagés contre les risques d'érosion, afin d'éviter l'érosion en nappe qui est favorisée par un sol bien émietté. La technique de semis des graines est en rapport avec leur taille : profondeur égale à environ six fois leur plus grande longueur ; densité permettant d'assurer une couverture rapide du sol afin de lutter contre les mauvaises herbes. Pour les légumineuses, il est possible de limiter la concurrence des graminées adventices en faisant pâturer légèrement, ou avec un girobroyeur fauchant au-dessus des extrémités de la légumineuse. Souvent une légumineuse vivace surmonte d'elle-même la concurrence des adventices, en début de saison sèche, grâce à son enracinement puissant et à son cycle végétatif prolongé.

Avec les petites graines de graminées, la dose de semis est de 1 à 3 kg/ha de semences (1 kg de semences fertiles suffirait) ; l'écartement entre les lignes est de 30 à 50 cm.

Pour les petites graines de légumineuses, la dose de semis monte à 5 kg/ha pour des écartements comparables. Beaucoup de semences ont des téguments durs qui doivent être traités avant le semis (passage au polisseur à riz, trempage rapide dans l'eau bouillante, etc.). Pour les grosses graines de légumineuses, la dose de semis est d'environ 20 kg/ha.

Pour la plupart des graminées, la production de semences fertiles est dérisoire. Ces espèces doivent être multipliées par **voie végétative** : éclats de souches constitués par un ou deux talles coupés à environ 30 cm du collet ; boutures de tiges constituées soit par des stolons ou des chaumes fins à coucher sur le sol et à enterrer par place, soit des chaumes « aoûtés », lignifiés, découpés en tronçons à trois nœuds, puis plantés dans le sol, à écartement d'environ un m en tous sens, avec une inclinaison de 30 degrés, et un seul nœud sortant du sol. En cas de reproduction végétative, il est avantageux de pouvoir lutter contre les termites en trempant les boutures dans une solution aqueuse de Dieldrin à 50 p. 100. Ce produit insecticide est courant en Afrique, car il est abondamment utilisé pour traiter les plantations de coton.

Production de semences

Les difficultés de production de semences de plantes fourragères tropicales sont une entrave à l'extension de leur culture. Des recherches sont en cours pour résoudre ce problème en Côte-d'Ivoire, au Kenya, au Nigeria, etc. Des techniques culturales particulières doivent être appliquées pour obtenir une récolte suffisante de semences.

Pour les **légumineuses**, des résultats empiriques ont été obtenus sur *Stylosanthes guianensis* avec un rendement en graines de 250 kg/ha pour une récolte manuelle et 100 kg/ha pour une récolte à la moissonneuse-batteuse.

La récolte de graines fertiles de **graminées** s'avère plus délicate et des résultats très variables sont enregistrés. En Côte-d'Ivoire (148) des semences fertiles de *Panicum maximum* ont été obtenues, des travaux ont été poursuivis au Kenya (122) pour la production de semences de *Chloris gayana*, *Setaria sphacelata*, et au Nigeria pour la production de semences d'*Andropogon gayanus* (141).

Au Kenya, des fermes semencières sont en activité (1 400 ha en 1970) et le rendement de semences fertiles qui varie de 500 à 1 000 kg pour les graminées des régions tempérées, est passé de 50 kg à 120 kg/ha en deux récoltes par an pour *Setaria sphacelata*, grâce à :

— des écartements entre lignes réduits à 30 cm, parfois 50 cm, ce qui favorise une sortie rapprochée des talles qui porteront les épis et limite l'écart de maturité ;

— un apport de 100 kg d'azote à l'ha dès le début des pluies, pour augmenter la sortie des talles précoces, ce qui accroît le nombre de graines fertiles par épi ;

— une date de récolte retardée jusqu'à ce que 10 à 30 p. 100 des épillets soient tombés, car les premiers épillets mûrs sont vides pour la plupart ;

— l'abandon de la technique de la pâture préalable. Cette pâture facilite la récolte mécanique des semences en diminuant la masse végétale à traiter. Mais la récolte de graines s'avère proportionnelle à la masse végétale produite. Par ailleurs, les talles fertiles sont ceux de début des pluies, dont beaucoup sont éliminés par le broutage.

Corrélativement, des bons résultats ont été obtenus en vue de maintenir le pouvoir germinatif des semences emmagasinées et ceci grâce à la **climatisation des magasins**, qui diminue température ambiante et surtout degré hygrométrique de l'air.

CHAPITRE III

PRINCIPALES ESPÈCES FOURRAGÈRES TROPICALES CULTIVÉES

Ce chapitre est loin d'être exhaustif et de nombreuses espèces non citées sont utilisées avec succès en régions intertropicales, entre autres, *Hyparrhenia rufa*, graminée vivace, commune en Afrique dans les pâturages guinéens, ainsi qu'en vallées soudaniennes, et qui est fréquemment cultivée en Amérique intertropicale, sous le nom de **Jaragua**.

Seules, les principales espèces fourragères qui ont été proposées dans les chapitres précédents sont présentées ; elles appartiennent aux deux grandes familles : Graminées et Légumineuses.

Graminées

1. *Andropogon gayanus* Kunth

noms vernaculaires : ouaga (bambara), gamba (haoussa)

Description : c'est une graminée vivace, poussant en touffes qui peuvent atteindre 3 à 4 m de haut à montaison et 1 m de diamètre à l'état isolé. De nombreux écotypes et variétés permettent à cette espèce de se propager à l'état naturel, depuis le secteur sud-soudanien jusqu'au Sahel typique.

Cette espèce préfère les sols profonds à bilan hydrique positif pendant une grande partie de la saison sèche.

Mise en place : par semis, à raison de 5 kg/ha de graines fertiles, mais le taux de germination est souvent voisin de 30 p. 100 ; il faut alors 17 à 20 kg/ha de semences.

Semis à la volée, en lignes espacées de 50 cm ou en poquets de 10 à 15 graines ; de préférence à l'abri d'une céréale en fin de cycle d'assolement.

Recommandée pour jachères fourragères, limites de soles cultivées (bandes ou talus anti-érosifs), pâturages permanents en terrasses basses ; surtout en domaine soudanien.

Exploitation :

- pâture de saison des pluies avec temps de repos de 30 jours et charge de 250 à 500 kg de poids vif à l'ha pour la saison ;
- pâture dans la première moitié de saison des pluies et foin après l'arrêt des pluies ;
- pâture dans la première moitié des pluies et pâture des refus et repousses en saison sèche ;
- ensilage au milieu des pluies et pâture des repousses en saison sèche ;
- nettoyage des refus, si nécessaire, en début des pluies par le feu ou par traitement mécanique (grobroyeur ou faucheuse, de préférence rotative).

Valeur fourragère moyenne :

	M. S. p. 100	par kg M. S.		par kg fourrage	
		U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.
pousses de 25 jours	21,3	0,62	61	0,13	13
réserves sur pied	89,3	0,58	tr	0,52	tr
pousses (saison sèche)	38,2	0,71	49	0,27	19

Production : 7 à 10 t/ha de M. S., environ 4 500 U. F. et 400 kg de M. A. d. à l'ha.

2. *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf
noms vernaculaires : signal grass, palissade grass.

Description : graminée vivace, en touffes, à port dressé, atteignant 1,50 à 2 m à maturation.

Fréquente sur pâturages naturels moyennement chargés en secteur préforestier du domaine guinéen, surtout en altitude (Afrique Centrale, Madagascar).

Mise en place : par semis à 25 kg/ha de semences, car le taux de germination est souvent inférieur à 30 p. 100.

Par éclats de souche à espacement de 50 cm à 1 m.

Convient en secteur préforestier pour la création de pare-feux permanents, car elle y reste verte en saison sèche.



Brachioria brizantha (Hochst. ex A. Rich.) Stapf (Gramineae-Panicaceae)

1 : ligule ; 2 : axe de l'épi ; 3 : épillet ; 4 : glume inférieure ; 5 : glume supérieure ;
6 : lemme de la fleur supérieure ; 7 : palea (d'après Hutchinson et collab. (47)).

Exploitation :

- en pâture toute l'année ;
- ensilage de fin de saison des pluies et pâture de saison sèche.

Production : environ 10 t/ha de M. S.

3. *Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf

noms vernaculaires : herbe de Para, Para grass, Scotch grass, Giant couch.

Description : graminée vivace à port rampant. Espèce pantropicale des prairies inondables pendant plusieurs mois.

Mise en place : par boutures de tiges et éclats de souche, car les graines sont peu fertiles.

Convient dans toutes les régions intertropicales en station inondable pendant quelques mois, sur sol de préférence sablonneux à sablo-limoneux, pour améliorer ces pâturages inondables exploités en saison sèche (pour un fourrage de qualité moindre, cette plante est plus rustique qu'*Echinochloa stagnina*) ; utilisable en prairie permanente sur sol sablonneux des savanes de secteur forestier.

Nécessite un labour de décrue en lit majeur inondable pour éliminer les graminées vivaces naturelles, suivi de façons superficielles fréquentes en saison sèche pour détruire les souches des espèces en place, trop souvent vigoureuses et agressives ; par exemple, pulvérisage aux disques, environ tous les mois ou tous les deux mois, pour détruire les nouvelles pousses dès qu'elles sortent.

Aux premières pluies, mise en place par boutures espacées de 1 m et enterrées par place à coups de talon, avec piétinement d'un troupeau ou avec passage d'un rouleau à disques crantés (cross-kill).

Exploitation : à la décrue, les tiges produites pendant la submersion sont peu appréciées. Il est recommandé de faire pâturer avec la décrue à forte charge. Les feuilles sont consommées et les tiges piétinées sont enfouies dans la boue, ce qui favorise le marcottage et les repousses aux différents nœuds. Ensuite, pâture avec temps de repos de 30 jours pendant la saison sèche.

Sur sols sableux du secteur forestier, pâture avec temps de repos de 30 jours toute l'année.

Production : 10 à 15 t/ha de M. S.

4. *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard
nom vernaculaire : Congo grass.

Description : graminée vivace à port dressé, atteignant 1 m de hauteur à montaison.

Originaire du Zaïre en secteur préforestier et d'altitude.

Mise en place : par semis à 25 ou 30 kg de semences à l'ha, car le pouvoir germinatif est souvent faible (15 à 40 p. 100).

Par boutures de tiges ou éclats de souche de préférence avec dispersion sur sol préparé, suivie d'un disquage léger au cross-kill (rouleau à disques crantés).

Convient aux prairies temporaires en domaine guinéen et secteur sud-soudanien.

Exploitation : de préférence par pâture avec temps de repos de 30 jours ou récolte de foin.

Production : jusqu'à 20 t/ha de M. S. en 6 récoltes par an en secteur forestier.

5. *Cenchrus ciliaris* L.

noms vernaculaires : blue buffel grass, bunch grass, African fox-tail.

Description : graminée vivace à port touffu, atteignant 1 m à montaison.

Originaire de l'Afrique tropicale sèche, en particulier Afrique de l'Est.

Mise en place : par semis, avec 3 à 5 kg de semences à l'ha. Nettoyer les semences de leurs soies au broyeur à marteaux pour semis au semoir en lignes espacées de 40 cm.

Convient en culture pure ou en amélioration de pâturages naturels sur dépressions et couloirs interdunaires à sol sablo-limoneux du Sahel type et du secteur sahélo-soudanien, ainsi que sur bandes anti-érosives et en cultures fourragères permanentes en domaine soudanien.

Exploitation : de préférence pour foin.

Production : 3 à 7 t/ha de M. S. en une coupe.

6. *Chloris gayana* Kunth

noms vernaculaires : herbe de Rhodes, Rhodes grass

Description : graminée vivace à petites touffes de tiges fines, atteignant environ 1 m à moutaison.

Originaire de l'Afrique de l'Est et du Sud.

Mise en place : par semis à la volée, avec 8 à 9 kg de semences à l'ha, ou en lignes espacées de 40 à 60 cm, avec 5 kg de semences à l'ha, les semences étant de préférence âgées de 6 à 12 mois, pour profiter d'un meilleur pouvoir germinatif.

Bien que nécessitant au moins 700 mm de pluie, convient sur sites collectant les eaux pluviales au Sahel, ainsi que sur bandes anti-érosives et cultures permanentes en domaine soudanien.

Exploitation : de préférence pour foin car les tiges fines sèchent aisément.

Production : 4 à 8 t/ha de M. S. en une coupe.

7. *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilger

noms vernaculaires : star grass, pasto estrella

Description : graminée vivace, à port étalé, à chaumes stolonifères s'enracinant aux nœuds ; peut atteindre 1 m à moutaison.

Originaire d'Afrique tropicale de l'Est (Kenya, Tanzanie).

Mise en place : par éclats de souche et stolons.

Les stolons sont si vigoureux que cette espèce ne convient pas dans l'assolement en jachère fourragère temporaire.

Convient pour les bandes engazonnées anti-érosives et les bandes en courbes de niveau (seed-camps) pour amélioration des pâturages naturels, surtout sur sols profonds du secteur sud-soudanien et du domaine guinéen.

Exploitation : de préférence par pâture avec temps de repos de 30 jours. Possibilités de foin et d'ensilage.

Production : variable selon la situation : 7 à 15 t/ha de M. S.

8. *Digitaria pentzii* Stent

nom usuel : *Digitaria decumbens*

nom vernaculaire : pangola grass

Description : graminée vivace à stolons s'enracinant aux nœuds. Originaire d'Afrique du Sud (Transvaal).

Mise en place : par stolons et éclats de souche.

Convient pour prairies permanentes en domaine guinéen et secteur sud-soudanien où elle résiste à la sécheresse.

Très cultivée aux Antilles et en Asie tropicale.

Sujette à une virose transmise par un puceron, ce qui provoque un rabougrissement de la plante.

Exploitation : de préférence par pâture avec temps de repos de 30 jours.

Production : de 10 à 20 t/ha de M. S.

9. *Digitaria « umfolozi »*

Description : graminée vivace, à stolons et chaumes genouillés, ascendants pouvant atteindre 70 cm à 1 m de haut à montaison.

Originaire d'Afrique du Sud (Natal).

Mise en place : par boutures et éclats de souche.

Convient aux bandes anti-érosives et aux prairies permanentes en domaine guinéen et secteur sud-soudanien.

Supporte mal les sols mal drainés, la productivité diminue et la plante devient violacée.

Les boutures sont vigoureuses et envahissantes ; la plante est avantageuse sur « seed-camps » en courbes de niveau dans les pâturages naturels à améliorer. Mais elle est à déconseiller en prairie temporaire dans l'assolement.

Exploitation : en pâture de saison des pluies, et même en pâture de réserves sur pied en saison sèche.

Valeur du fourrage :

	M. S. p. 100	par kg de M. S.		par kg de fourrage	
		U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.
pousses de 40 jours	21,0	0,65	73	0,14	15
réserve sur pied	76,7	0,44	tr	0,34	tr

Production : 4 à 13 t/ha de M. S. selon la situation, et grande sensibilité à la fertilisation.

10. *Echinochloa stagnina* (Retz.) P. Beauv.

noms vernaculaires : bourgou, gamarawal (peül)

Description : graminée vivace des prairies aquatiques, inondées pendant quelques mois sur sol limoneux à argileux ; particulièrement en Afrique tropicale sèche (bourgoutières).

Mise en place : par boutures de stolons en début des pluies sur sol préparé et nettoyé (voir herbe de Para).

Convient pour lits majeurs à longue inondation et sol argilo-limoneux, pour toute la zone intertropicale. Peut être cultivée sous irrigation, sur terrasses basses faiblement ou non inondables.

Exploitation : les pousses émergées peuvent être récoltées à partir d'une pirogue (faucardage). A la décrue, toutes les pousses sont pâturables. Après la décrue, les « pailles » sont très appréciées en pâture de nuit, contrairement à celles de *Brachiaria mutica*. Les repousses sont importantes sur sol à bilan hydrique positif, en saison sèche.

Valeur du fourrage :

	M. S. p. 100	par kg de M. S.		par kg de fourrage	
		U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.
pousses émergées	24	0,46	51	0,11	12
tiges submergées	16	0,32	23	0,05	3,7
pailles sèches.....	92	0,49	tr	0,45	tr
repousses (saison sèche)	27	0,64	99	0,17	27

Production :

4 t/ha de M. S. en tiges émergées

13 t/ha de M. S. en tiges submergées

150 kg/ha de M. S. de repousses en 30 jours de saison sèche

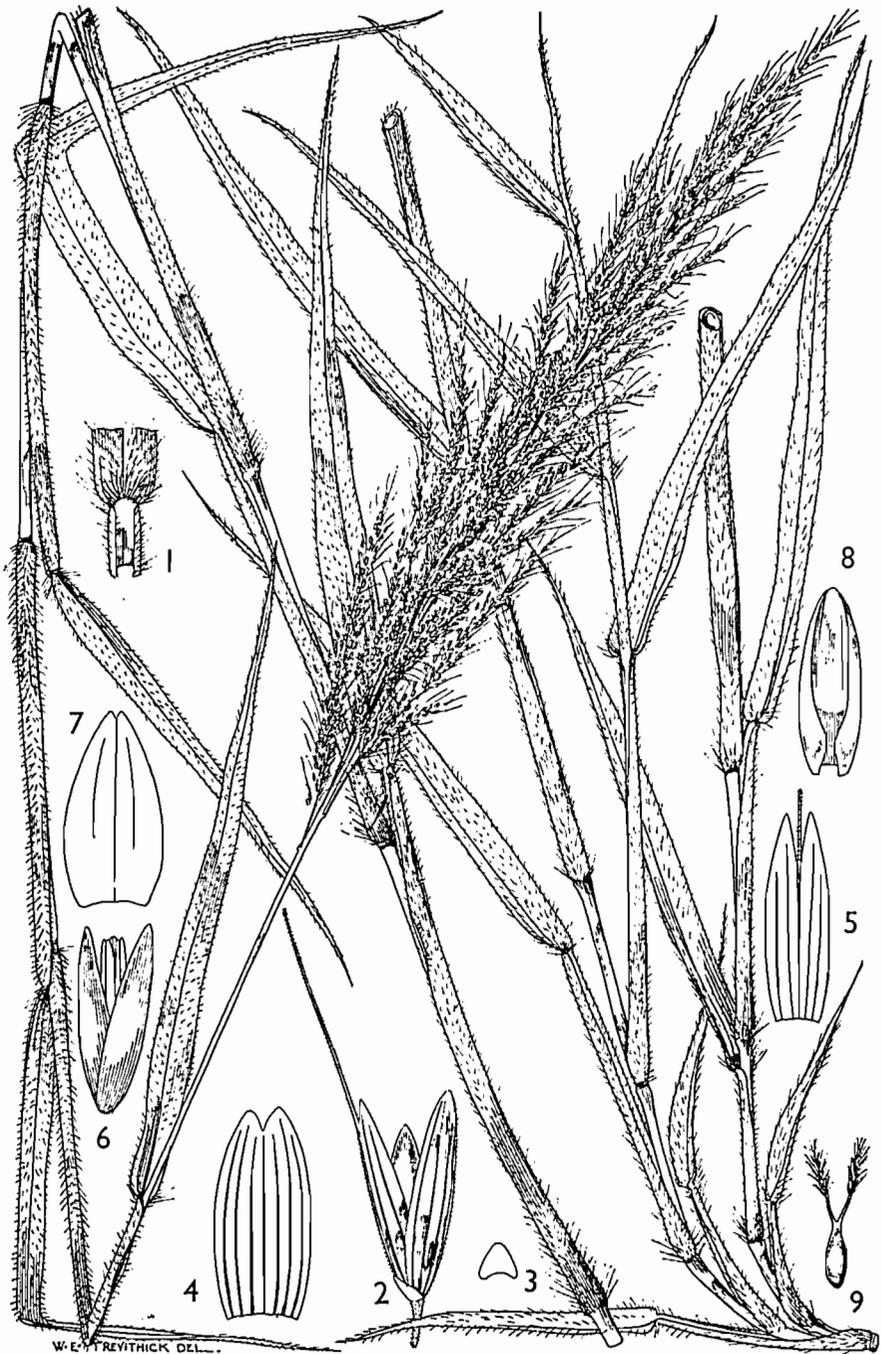
2 500 kg/ha de M. S. de repousses en 30 jours par irrigation

soit, pour l'année : plus de 6 000 U. F./ha et plus de 500 kg de M. A. d. ; et avec irrigation de saison sèche : 14 000 U. F./ha et 1 700 kg de M. A. d.

11. *Melinis minutiflora* Beauv.

noms vernaculaires : herbe à miel, molass grass, Capim gordura

Description : graminée vivace, en touffes, avec des chaumes genouillés pouvant atteindre 1 m de haut à montaison. Epiderme glanduleux répandant une odeur forte.



Melinis minutiflora P. Beauv. var. *minutiflora* (Gramineae-Panicaceae)

1 : ligule ; 2 : épillet ; 3 : glume inférieure ; 4 : glume supérieure ; 5 : lemma de la fleur inférieure ; 6 : fleur supérieure ; 7 : lemma ; 8 : palea ; 9 : ovaire, styles et stigmates (d'après Hutchinson et collab. (47)).

Originnaire du domaine guinéen d'Afrique, où elle se rencontre sur les sols humifères squelettiques des affleurements rocheux (Côte-d'Ivoire, Congo).

Mise en place : par semis sur sol bien préparé, émiétté et tassé. Dose de semis : 3 à 5 kg/ha de semences, à la volée ou en lignes espacées de 50 cm.

S'associe très bien avec *Stylosanthes guianensis*. Convient en prairie temporaire ou permanente, en domaine guinéen.

Exploitation : surtout par pâture avec un temps de repos de 45 à 60 jours. Supporte mal la fauche, qui doit s'effectuer à une certaine hauteur (15 à 20 cm), de sorte qu'il reste un abondant paillason.

Production : de 10 à 12 t/ha de M. S.

12. *Panicum maximum* Jacq.

noms vernaculaires : herbe de Guinée, buffle's grass, coloniaio

Description : graminée vivace, en touffes dépassant 3 m de haut à montaison. Originnaire du secteur forestier (défriches sur forêts).

Mise en place : par éclats de souche, à écartement de 50 cm et même quelques mètres sur défrichement de forêt au Brésil. Par semis, grâce aux récents résultats de la recherche, qui ont permis l'obtention de graines fertiles : semis de 5 à 10 kg/ha de semences en lignes espacées de 50 cm.

Convient aux prairies temporaires et permanentes du domaine guinéen. Grâce aux récents travaux sur l'espèce (148) de nombreux clones ont été isolés avec possibilités écologiques variées augmentant l'aire géographique de cette espèce.

Exploitation : de préférence en pâturage avec temps de repos de 30 jours. Peut être ensilée ou distribuée en vert à l'auge. Les refus et pailles âgées fournissent la paille pour litière, en secteur forestier.

Production : environ 25 t/ha de M. S.

Avec irrigation de saison sèche, comblant le déficit hydrique et fumure appropriée :

300 unités d'azote en 6 épandages

120 unités d'acide phosphorique en 2 épandages

250 unités de potasse en 2 épandages

la production atteint 50 t/ha de M. S., permettant d'entretenir jusqu'à 4 t de poids vif à l'ha et par an en pâturage à 30 jours de repos.

Valeur du fourrage :

	M. S. p. 100	par kg de M. S.		par kg de fourrage	
		U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.
pousses de 30 jours :					
— saison des pluies	22,8	0,41	45	0,09	10
— saison sèche (irrigation) ..	16,5	0,42	64	0,07	10

La valeur énergétique (U. F.) est généralement faible par suite des fortes teneurs en cendres et matières cellulosiques.

13. *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.

nom vernaculaire : kikuyu grass

Description : graminée vivace, rhizomateuse, à stolons courts enracinés aux nœuds, qui fournit un gazon dense.

Originaire des régions d'altitude de l'Afrique Centrale.

Peut convenir à l'installation de bandes de pare-feux en domaine guinéen forestier et d'altitude.

S'implante par rhizomes et stolons à espacement de 50 cm.

Le gazon dense, mais peu élevé, ne se prête qu'au pâturage.

14. *Pennisetum purpureum* Schumach.

noms vernaculaires : napier, herbe à éléphant

Description : graminée vivace, très robuste, avec des chaumes dépassant 5 m à montaison.

Originaire du domaine guinéen, sur défriches forestières et de galeries.

Mise en place : par boutures à 3 nœuds de tiges aoûtées sur sol bien préparé, à plat ou sur billons, à écartement de 1 m.

Convient pour prairies temporaires en secteur forestier ou sur défrichement de galeries ; également sur talus anti-érosifs, ainsi qu'en limite de zones inondables en secteur sud-soudanien.

De nombreux clônes et variétés ont été individualisés :

variété *kisozi*, à forte productivité ;

variété *merckeri*, plus résistante à la sécheresse.

Exploitation : par pâture en secteur forestier, où cette espèce est bien adaptée. Partout, en coupes pour distribution en vert à l'auge ou préparation d'ensilage.

Peut s'associer à des légumineuses vivaces s'enroulant aux tiges :

Centrosema pubescens

Pueraria phaseoloides

Production : peut atteindre 40 t/ha de M. S. en 9 coupes au lac Tchad.

Valeur du fourrage :

	M. S. p. 100	par kg de M. S.		par kg de fourrage	
		U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.
pousses de 35 jours :					
— saison des pluies	16,2	0,51	112	0,08	18
pousses de 45 jours :					
— saison sèche.....	19,8	0,49	102	0,10	20
pousses de plus de 100 jours :					
— saison sèche.....	27,9	0,37	27	0,10	7,5

15. *Setaria sphacelata* (Schum.) Stapf et Hubb.

noms vernaculaires : golden timothy, foxtail grass

Description : graminée vivace, à port touffu, atteignant 2 m à montaison. Originaires des savanes préforestières et d'altitude.

Mise en place : par semis à la dose de 5 à 10 kg de semences à l'ha car le taux de germination est faible.

De préférence par éclats de souche à écartements de 50 cm.

Convient aux prairies permanentes en domaine guinéen.

Exploitation : par pâture avec respect d'un temps de repos de 30 jours, avec une charge moyenne de 380 kg de poids vif à l'ha.

16. *Tripsacum laxum* Nash

nom vernaculaire : Guatemala grass

Description : graminée vivace, en touffes pouvant atteindre 4 m à montaison, à feuilles larges et épis à sexes séparés (tribu des Maydées, comme le maïs).

Originaires d'Amérique Centrale (Mexique, Guatemala).

Mise en place : par boutures de tiges aoûtées à 3 nœuds, à espacement de 1 m.

Convient en climat humide sur sol profond à réserves hydriques de profondeur, mais non engorgé en surface (domaine guinéen).

Peu adaptée aux régions à saison sèche marquée.

Exploitation : par coupes pour distribution en vert à l'auge ou préparation d'ensilage.

Production : variable selon la situation, la fumure et la périodicité des coupes (environ 30 t/ha de M. S.).

Valeur du fourrage :

	M. S. p. 100	par kg de M. S.		par kg de fourrage	
		U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.
pousses de 60 jours	28	0,69	56	0,19	16

Légumineuses

1. *Cajanus cajan* (L.) Millsp.

noms vernaculaires : ambrevade, pois d'Angole, pigeon pea.

Description : légumineuse pluriannuelle formant des buissons de 2 à 4 m de haut, feuilles à trois folioles et fleurs en grappes jaunes ou rouges ; graines roussâtres de la taille d'un pois.

Espèce pantropicale, peut-être originaire de l'Afrique tropicale.

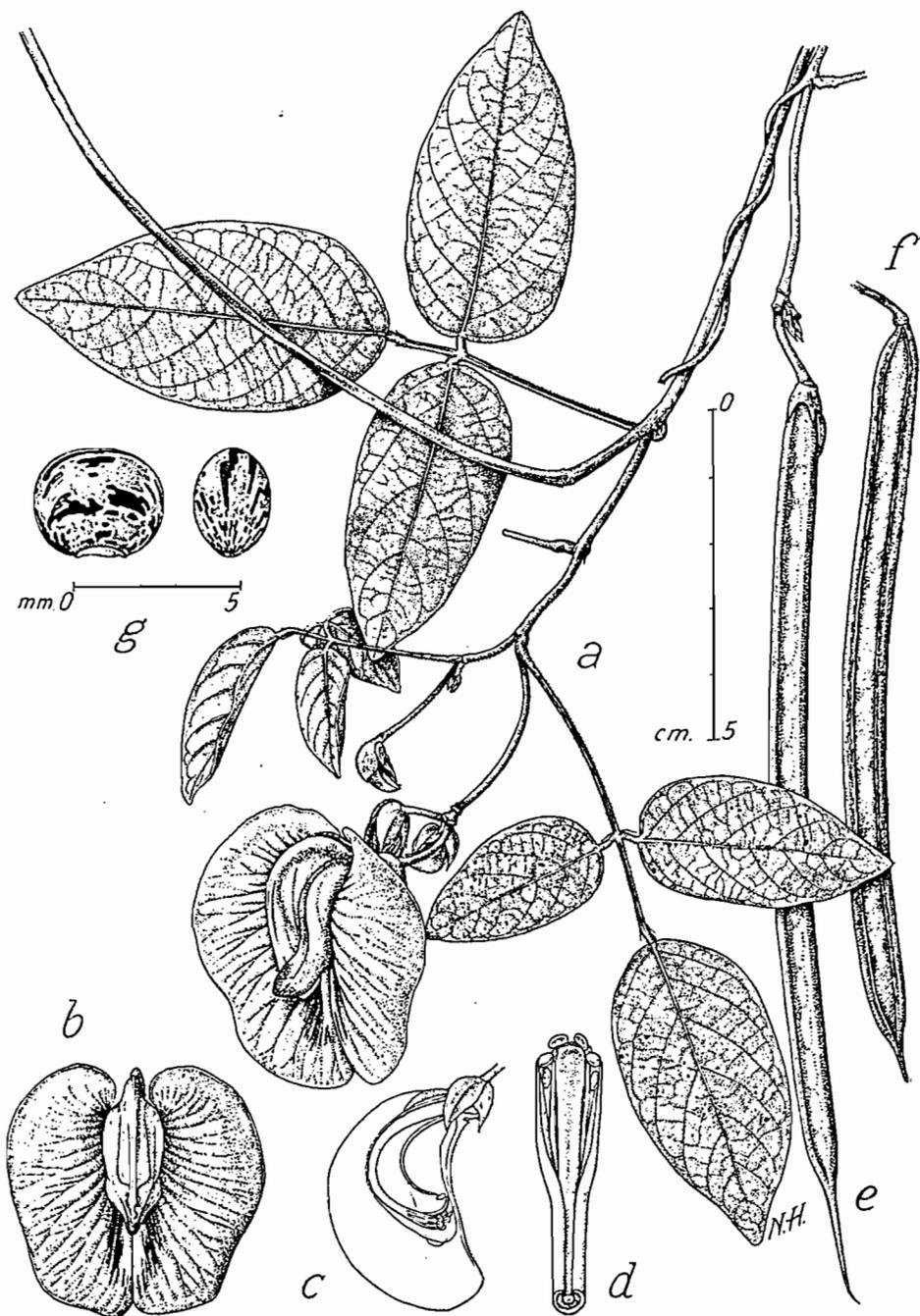
Mise en place : par semis en poquets de 5 à 6 graines à espacement de 50 cm à 1 m (5 à 10 kg de semences à l'ha).

Convient pour les talus anti-érosifs en secteur sud-soudanien.

Exploitation : recépage à 60 cm de hauteur en saison sèche et distribution à l'auge, ou même broutage direct des extrémités florifères en saison sèche.

Valeur du fourrage :

	M. S. p. 100	par kg de M. S.		par kg de fourrage.	
		U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.
rameaux florifères	26	0,60	102	0,16	26



Centrosema pubescens Benth.

a : rameau grimpant fleuri ; b : fleur de face ; c : coupe de fleur ; d : style, androcée montrant l'extrémité aplatie du stigmate ; e : fruit vert ; f : fruit sec ; g : graines profil et face (d'après Botton (124)).

2. *Centrosema pubescens* Benth.

nom vernaculaire : Centro

Description : légumineuse vivace, volubile, grimpante, fournit un tapis épais en surface du sol.

Originaire d'Amérique du Sud.

Mise en place : par semis en lignes espacées de 50 cm à 1 m, à raison de 3 à 5 kg de semences à l'ha.

Convient en prairie permanente en domaine guinéen et secteur sud-soudanien.

Peut s'associer à *Panicum maximum*.

Présente l'inconvénient de se resemer naturellement en domaine guinéen où elle peut devenir une mauvaise herbe des cultures.

Peut être utilisée pour étouffer *Imperata cylindrica*.

Aurait été utilisée comme plante fourragère consommable en saison sèche, sur dépressions à bilan hydrique favorable, en domaine sahélien (République du Soudan).

3. *Desmodium intortum* (Aubl.) Macbr.

Originaire d'Amérique centrale. Cultivée comme plante de couverture en domaine guinéen où elle peut être intégrée dans l'assolement en jachère fourragère ; convient particulièrement au-dessus de 800 m d'altitude.

Mise en place : par semis (3 kg de semences à l'ha). Pâturable à floraison en saison sèche ; ou fauchage pour distribution en vert à l'auge.

4. *Lablab purpureus* (L.) Sweet

nom usuel : *Dolichos lablab* L.

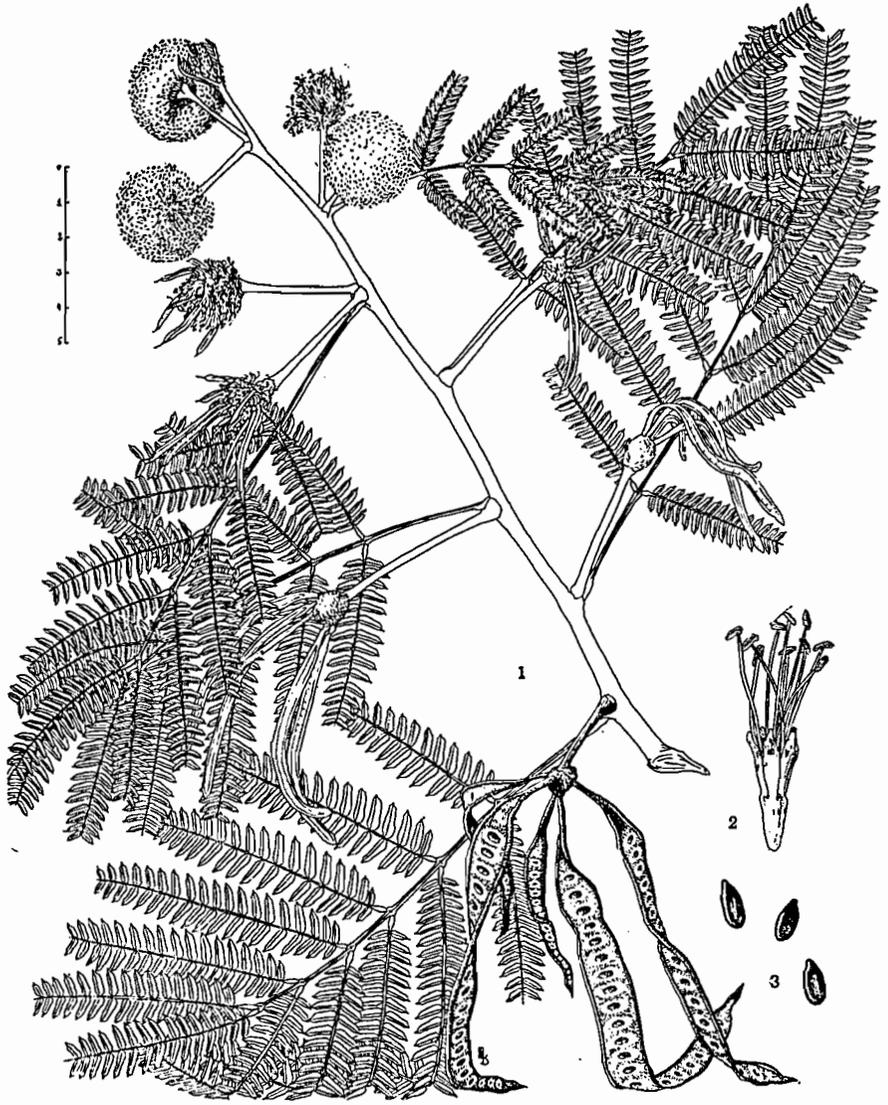
noms vernaculaires : dolique, pois d'Egypte.

Description : légumineuse annuelle ou pluriannuelle, volubile ; nombreuses variétés ; cycle végétatif de 150 à 180 jours.

Mise en place : par semis en lignes ou en poquets à espacements de 50 cm (10 à 20 kg de semences à l'ha).

Convient en jachères fourragères en domaine soudanien, pour pâture sur pied en saison sèche ou production de foin.

Non pâturable pendant la floraison par suite de « l'odeur de savon » des fleurs.



Leucaena glauca Benth.

a : rameau portant les inflorescences et les fruits ; b : fleur ; c : graines (d'après M. A. Devillers. Icones Plantarum Africanarum, fasc. 1, n° 8 IFAN, Dakar, 1953) (d'après Botton (124)).

Certaines variétés peuvent être cultivées en sites favorables (dépressions) pour pâture sur pied de saison sèche ou récolte de foin, en domaine sahélien.

Production : environ 3 t/ha de M. S.

Valeur du fourrage :

	M. S. p. 100	par kg de M. S.		par kg de fourrage	
		U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.
avant floraison	9,0	0,53	150	0,05	13
réserve sur pied	88,5	0,76	104	0,67	92
(feuilles sèches)					

5. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit

nom usuel : *Leucaena glauca* (L.) Benth.

noms vernaculaires : tamarin bâtard, ipil-ipil

Description : légumineuse vivace, arbustive, sans épines, pouvant atteindre 10 m de haut ; feuilles bipennées, fleurs jaunes à blanches ; graines légères (20 000 au kg).

Originaire d'Amérique tropicale.

Mise en place : plante d'ombrage pour le caféier, elle convient en haies brise-vent et sur talus anti-érosifs (semis en poquets à espacement de 50 cm) ; en domaine guinéen et secteur sud-soudanien.

Exploitation : elle doit être recépée à 50-70 cm de hauteur et les rameaux feuillus constituent un fourrage apprécié.

Le fourrage provoque chez les animaux monogastriques (chevaux, porcs, lapins) des accidents de photosensibilisation avec dépiation.

6. *Macrotyloma uniflorum* (Lam.) Verdc.

nom usuel : *Dolichos biflorus* L.

noms vernaculaires : horse gram, haricots de Kulthi.

Description : légumineuse annuelle, volubile, feuilles trifoliolées. Adaptée aux climats tropicaux secs.

Mise en place-exploitation : par semis en lignes espacées de 30 cm à raison de 8 kg de semences à l'ha.

Convient aux jachères fourragères en secteur nord-soudanien.
Cultivée sur sites favorables (dépressions) en domaine sahélien.
Utilisable comme fourrage, en réserve sur pied ou foin.

Production : jusqu'à 5 t/ha de M. S.

7. *Phaseolus lathyroides* L.

Description : légumineuse pluriannuelle, dressée, atteignant 150 cm à montaison, à fleurs rouge sombre.

Originaire du Queensland (Australie).

Mise en place : par semis à la volée ou en lignes espacées de 30 cm, à raison de 15 à 20 kg de semences à l'ha.

Convient aux prairies temporaires en domaine guinéen et bords de lit majeur en secteur sud-soudanien. Utilisable avec irrigation en domaine sahélien, où elle nécessite une irrigation d'environ 600 m³/ha tous les 10 jours. Peut être intégrée dans un assolement :

blé dur (saison sèche)
coton (2 années)
Phaseolus (18 mois)

Exploitation : pâture avec respect d'un temps de repos de 45 jours. Possibilités de production de foin.

Production : environ 30 t/ha de M. S. en 7 coupes avec irrigation.

Valeur du fourrage :

	M. S. p. 100	par kg de M. S.		par kg de fourrage	
		U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.
à floraison (saison sèche)	20,2	0,81	124	0,16	25

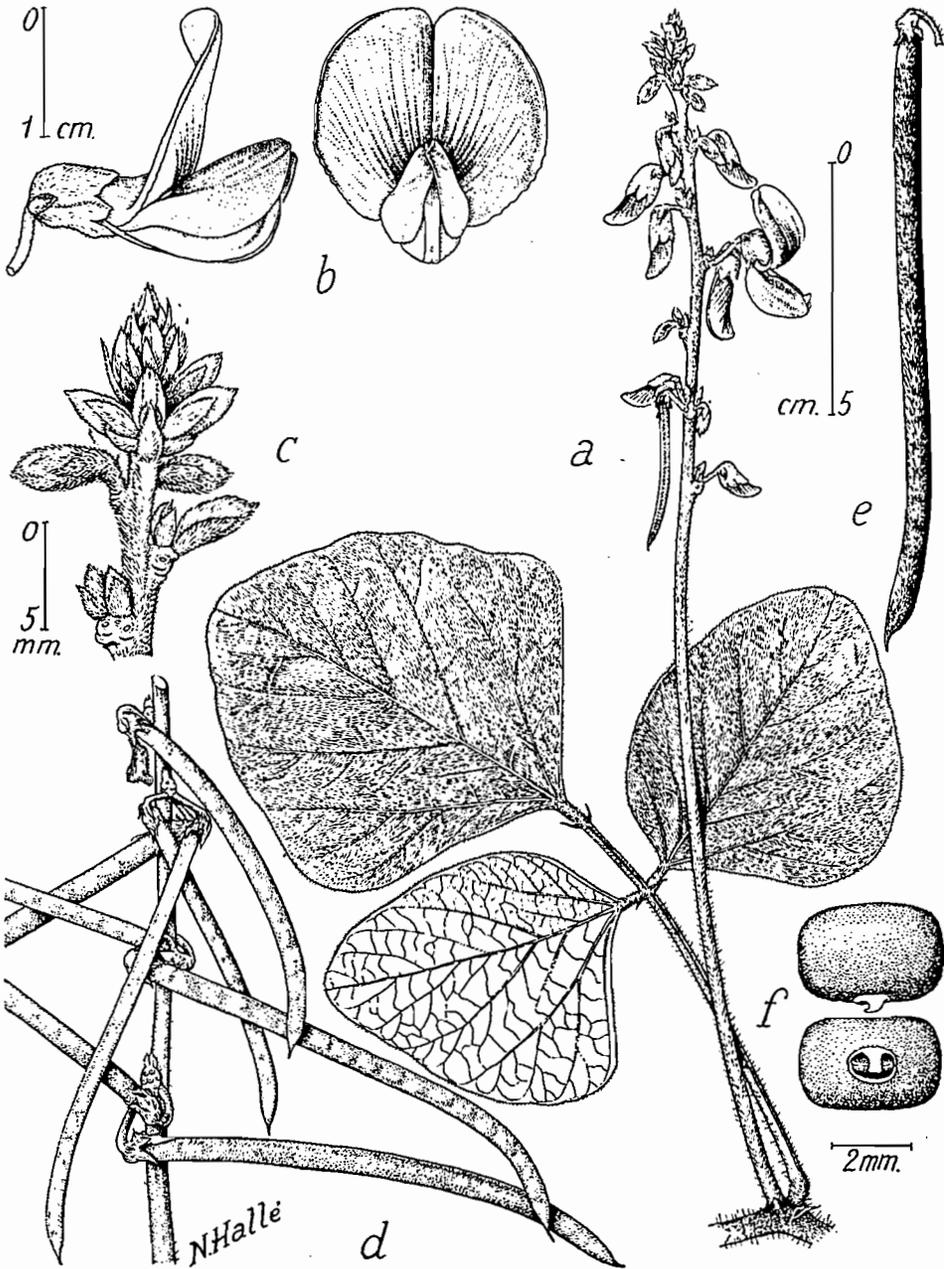
8. *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.

noms vernaculaires : kudzu tropical, puero.

Description : légumineuse vivace, volubile, feuilles trifoliolées ; grappes de fleurs pourpres.

Originaire de l'Inde.

Mise en place : par semis à la volée, en lignes espacées de 50 cm, ou en poquets, à raison de 6 à 10 kg de semences à l'ha.



Pueraria phaseoloides (Roxb.) Benth.

a : inflorescence ; b : fleur face et profil ; c : sommet d'inflorescence montrant les bractées et bractéoles ; d : fruit avant maturité ; e : fruit sec ; f : graine face et profil (d'après Botton (124)).

Convient aux prairies temporaires en domaine guinéen et surtout comme plante de couverture (plantations de palmiers à huile). Peut être associée à des graminées hautes *Panicum maximum*, *Pennisetum purpureum*.

Utilisable pour prairies permanentes en limite d'inondation sur lit majeur pour le domaine soudanien.

Exploitation : par pâture, surtout en réserves sur pied en domaine soudanien. Nécessite une accoutumance progressive des troupeaux.

Production : d'environ 6 t/ha de M. S.

9. *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.

nom usuel : *Stylosanthes gracilis* H. B. K.

noms vernaculaires : luzerne du Brésil, luzerne tropicale.

Description : légumineuse vivace herbacée, mais subligneuse à la base ; port érigé, mais prostré si la densité d'implantation est trop faible ; feuilles trifoliolées ; inflorescences en glomérules à fleurs jaunes.

Originaire des régions tropicales d'Amérique du Sud.

Mise en place : par semis à la volée ou en lignes espacées de 50 cm, à raison de 5 kg de semences à l'ha. Les graines étant pourvues de téguments durs, il est recommandé de traiter les semences, avant semis, par un passage au polisseur à riz ou par l'eau bouillante. Peut être associée, par semis en lignes alternées avec une graminée comme *Melinis minutiflora*.

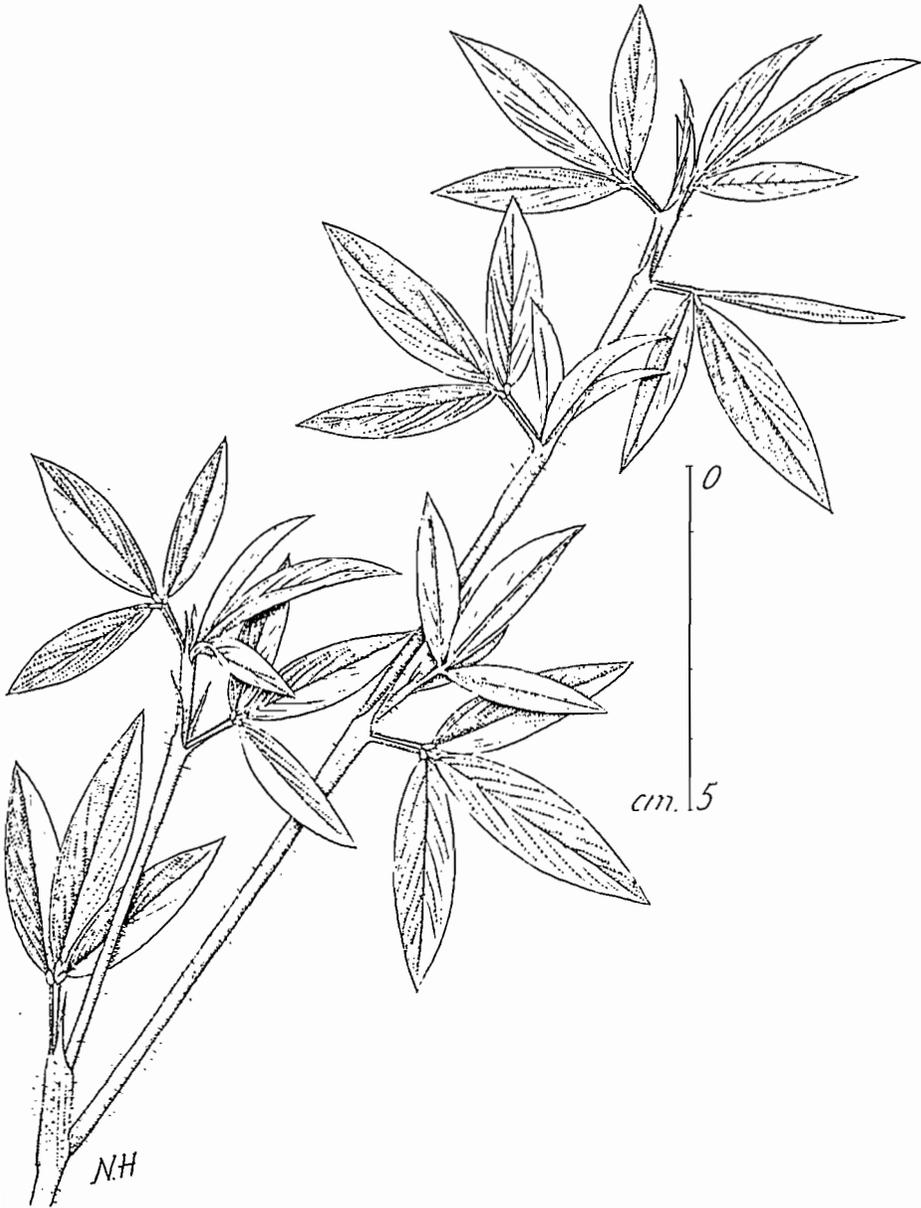
Peut être utilisée en enrichissement de la flore de pâturages naturels, lorsque le développement du couvert herbacé est limité et surtout en sol sableux à limono-sableux.

Convient en domaine guinéen, en terrasses basses du secteur sud-soudanien, et en limite d'inondation des lits majeurs du domaine soudanien.

Exploitation : en pâture après accoutumance progressive du bétail ; surtout en réserve sur pied pendant la saison sèche.

Possibilité de production de foin, de préférence avec séchage sur siccateurs « perroquet » constitués par trois perches réunies en faisceau par leur extrémité.

Production : variable de 5 à 15 t/ha/an de M. S.



Stylosanthes guianensis (Aubl.) Sw. rameau feuillé (d'après Botton (124)).

Valeur du fourrage :

	M. S. p. 100	par kg de M. S.		par kg de fourrage	
		U. F.	g M. A. d.	U. F.	g M. A. d.
saison des pluies :					
— pousses de 30 j	24,3	0,84	118	0,20	29
— pousses de 60 j	28,3	0,77	85	0,22	24
saison sèche :					
— réserves sur pied	45,0	0,69	64	0,31	29

10. *Stylosanthes humilis* H. B. K.

nom vernaculaire : Townsville lucerne (73)

Description : légumineuse annuelle, se régénérant d'elle-même par semis : atteint 70 cm à montaison.

Originaire d'Amérique Centrale et subspontanée aux environs du port de Townsville (Australie).

Mise en place : semis à la volée à raison de 3 à 5 kg de semences à l'ha (400 000 graines au kg).

Convient pour le domaine soudanien, surtout en secteur nord-soudanien avec une pluviosité supérieure à 550 mm. Préfère les sols sableux, bien drainés où le semis peut se faire sans préparation du sol, dès le début des pluies.

Peut être associée à la graminée *Cenchrus ciliaris*.

L'installation est facilitée par épandage de 50 kg d'acide phosphorique au moment du semis.

Exploitation : par pâture en vert, ou en réserve sur pied ; production de foin, à condition qu'un début de dissémination des semences ait lieu avant la récolte.

Production : de 3 à 5 t/ha de M. S.

CONCLUSION

L'élevage tropical présente une infinie variété de formes adaptées à la nature des divers climats intertropicaux et aux modes d'activités des hommes vivant dans ces régions. L'élevage des animaux domestiques en milieu intertropical subsiste encore le plus souvent au stade extensif, de sorte qu'il faut entendre par « pâturages tropicaux » tout l'espace rural, en dehors des terres occupées par les cultures et les forêts à couvert fermé, où le sous-bois est peu utilisable par des herbivores.

Un pâturage naturel tropical est donc constitué par une formation végétale où cohabitent de nombreuses espèces, herbacées ou ligneuses, mais dont quelques-unes seulement sont consommables, et parfois uniquement à certaines périodes de l'année. Cette végétation peut être assimilée à une population hétérogène, en évolution perpétuelle, dont le dynamisme doit pouvoir être estimé à tout moment, car c'est un aspect fondamental de la connaissance du pâturage, qui est indispensable pour adapter des systèmes d'exploitation permettant de maintenir et si possible d'accroître la productivité du complexe climat-sol-pâturage-herbivore domestique.

Une évolution rationnelle de l'exploitation des pâturages nécessite un encadrement rapproché des éleveurs afin qu'une amélioration de la spéculation élevage entraîne un mieux-être des éleveurs, tout en maintenant l'équilibre de l'environnement et la préservation du potentiel de productivité des régions dites à vocation pastorale. Toute amélioration en matière de pâturages suppose qu'auparavant l'espace pâturable soit attribué, par exemple en usufruit, à des exploitants responsables, les éleveurs, à charge pour eux d'observer les règles d'utilisation qui leur seront précisées par les encadreurs. En particulier, la charge en bétail doit être proportionnelle aux possibilités des pâturages, d'où la nécessité d'un délestage périodique en animaux excédentaires.

En domaine sahélien, où la période active des pâturages est très courte et toujours inférieure à 3 mois, l'amélioration de la gestion des pâturages nécessite une correction des transhumances traditionnelles, parallèlement aux améliorations des conditions d'abreuvement apportées par le creusement de forages, de puits, de mares artificielles... Ceci devrait aboutir à un véritable aménagement du terroir, avec répartition judicieuse de pâturages pour saison des pluies desservis

par des points d'eau temporaires, mais toutefois persistants tout au long de la période pluvieuse, et de pâturages pour saison sèche autour d'un point d'eau permanent, avec exploitation de manière centripète, le pâturage fréquenté étant de plus en plus proche du point d'abreuvement tandis que les conditions rigoureuses de saison sèche s'amplifient.

En domaines soudanien et guinéen, où la période active des pâturages s'accroît, jusqu'à devenir continue vers l'équateur, la culture proprement dite est prioritaire et l'élevage n'est souvent qu'une spéculation secondaire. Cette activité s'accroît toutefois, d'autant plus d'ailleurs que des progrès sont accomplis en agronomie et que les cultures de rente procurent des revenus en espèces, qui peuvent être investis en bétail.

Le concours de la traction animale dans l'expansion des productions agricoles a eu pour contre-coup de familiariser au maniement du bétail des cultivateurs, au sens restreint, les préparant ainsi à l'élevage de quelques bovins, à l'embouche paysanne et surtout à l'intégration de cultures fourragères dans l'assolement et dans l'aménagement anti-érosif des terres cultivées.

Lorsque l'aménagement des terroirs agricoles aura permis le regroupement des parcelles cultivées, grâce à un assolement sur les meilleures terres, le territoire libéré pourra être rationnellement utilisé comme pâturage avec rotation adéquate et tactique réaliste de lutte contre les feux courants.

Dans toute l'Afrique intertropicale, l'attribution des terrains, sous quelque forme que ce soit, et l'aménagement des terroirs constituent des préalables à toute amélioration efficace et durable de la gestion des pâturages. Il serait alors possible d'organiser l'espace pâturable en unités d'exploitation, auxquelles peuvent être assimilées les récentes créations d'unités d'élevage dénommées « ranches ». Ces unités de production animale pourraient être confiées aux éleveurs eux-mêmes, à la condition qu'ils puissent bénéficier d'un encadrement rapproché et exceptionnellement à des organismes de gestion. Le rôle de ces derniers serait d'amorcer un circuit de commercialisation amélioré par quelques ranches destinés en priorité au réélevage de jeunes à prélever parmi les animaux excédentaires des éleveurs.

Bien qu'indispensable, cette amélioration de l'exploitation des pâturages naturels reste insuffisante dans le contexte démographique actuel. Seule l'intensification de la production fourragère pourra augmenter suffisamment les ressources apportées par l'élevage et surtout accroître le rendement en lait et viande de bonne qualité. Mais elle se heurte à des difficultés de tous ordres : aléas climatiques, pauvreté des sols, faible technicité des éleveurs, faibles revenus des consommateurs éventuels en lait et viande.

En milieu sahélien, elle doit surtout être envisagée pour limiter

les conséquences de la saison sèche et des années sèches éventuelles. Dans le cadre futur des unités sahéliennes de production animale, les cultures fourragères devraient donc faciliter la constitution de réserves sur pied ou sous forme de foin pour les périodes de disette. Rarement, et en conditions locales particulièrement favorables, l'irrigation de plantes fourragères assurerait toute l'année une meilleure alimentation des laitières et préparerait à la mise en place de laiteries susceptibles, alors, de fonctionner dans des conditions normales.

En milieux soudanien et guinéen où l'activité agricole reste prépondérante, l'intensification de la production fourragère trouve des conditions propices grâce à l'essor de la culture attelée. Elle se développera nécessairement pour satisfaire aux besoins, d'abord des animaux de traction, puis de leur engraissement en embouche paysanne, enfin des besoins en lait de la famille du cultivateur. Elle s'intégrera dans le contexte de l'assolement cultural puis, par extension, concernera l'amélioration de la flore des pâturages naturels et l'implantation de pâturages artificiels.

Les besoins en protéines de l'ensemble de la population humaine, ne pouvant pas partout être satisfaits, dans l'immédiat, par les productions animales, le relais des protéines végétales peut être d'un précieux secours. Or, certaines plantes, comme le niébé ou même le soja, qui sont vulgarisables pour la production de fourrages, étaient cultivées traditionnellement pour leurs graines destinées à l'alimentation humaine. Ceci ne doit pas être oublié par les encadreurs chargés de la promotion fourragère, car la transformation de la production végétale en protéines, par l'intermédiaire de l'animal, est un processus long et coûteux. Si le développement de l'élevage sous toutes ses formes, y compris la basse-cour, doit contribuer à la lutte contre les malnutritions, les autres sources de protéines ne doivent pas être négligées, mais développées parallèlement à l'élevage, car les protéines végétales comme les produits de la pêche peuvent, dans certaines situations, satisfaire à moindres frais les besoins essentiels de l'homme, au moins dans un premier temps.

C'est ainsi que la malnutrition a pu être combattue dans certaines contrées du bassin congolais (154), à la condition de tenir compte des coutumes et des habitudes culinaires des populations concernées. Après de nombreux essais infructueux, un résultat positif n'a été acquis qu'en intégrant aux bouillies traditionnelles de maïs et manioc, une proportion « ad hoc » de farine de soja, dont les graines avaient été préalablement torréfiées (soja toasté) dans les torrificateurs à café des villages. Il fallait en effet détruire au préalable les principes nocifs de certaines protéines inhibitrices contenues dans la graine de soja.

La malnutrition étant vaincue ainsi aux moindres frais, le développement de l'élevage participera ensuite à l'amélioration de l'alimentation humaine grâce à l'élévation du niveau de vie moyen de tous les consommateurs.

BIBLIOGRAPHIE

LE MILIEU INTERTROPICAL

1. AUBREVILLE (A.). — Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Paris, Soc. Ed. geogr. marit. colon., 1949. 351 p.
2. BAGNOULS (F.), GAUSSEN (H.). — Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Soc. Hist. nat., Toulouse, 1953 (88) : 193-239.
3. BOUDET (G.). — Désertification de l'Afrique tropicale sèche. Adansonia, Paris, 1972, sér. 2, 12 (4) : 505-524.
4. COCHEME (J.), FRANQUIN (P.). — Etude d'agroclimatologie de l'Afrique sèche au Sud du Sahara en Afrique occidentale. Rome, F. A. O., 1967.
5. D'HOORE (J. L.). — La carte des sols d'Afrique au 1/5 000 000. Lagos, CCTA, 1964 (Publ. n° 93).
6. EUVERTE (G.). — Les climats et l'agriculture. Paris, PUF, 1967 (Que sais-je, n° 824).
7. FRANQUIN (P.). — Analyse agroclimatique en régions tropicales. Saison pluvieuse et saison humide. Applications. Cah. ORSTOM, sér. biol., 1969 (9) : 65-95.
8. MAIGNIEN (R.). — Manuel de prospection pédologique. Paris. ORSTOM, 1969.
9. Météorologie Nationale. — Annales des Services Météorologiques de la France d'Outre-Mer, Année 1958. Paris, O. N. M., 1964.
10. PAPADAKIS. — Enquête agro-écologique en Afrique occidentale (Libéria, Côte d'Ivoire, Ghana, Togo, Dahomey, Nigeria). Vol. I : texte ; Vol. II atlas. Rome, F. A. O., 1965-1966 (PL/FFC/2).
11. PENMAN (H. L.). — Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc. London (A), 1948 (193) : 120-140.
12. TOUPET (C.). — Les variations interannuelles des précipitations en Mauritanie centrale. C. R. Soc. Biogéogr., Paris, 1972 (416-421) : 39-47.

LA MÉTHODOLOGIE

13. AMOUSSOU (T.). — Anatomie systématique des Panicées (Graminées) du Dahomey. Etablissement d'une clef dichotomique des espèces étudiées. D. E. S. Toulouse, 1971.
14. AUBREVILLE (A.). — Flore forestière soudano-guinéenne. Paris, Soc. Ed. géogr. marit. colon., 1950. 523 p.
15. BERHAUT (J.). — Flore du Sénégal. 2^e édition, Dakar, Libr. Clairafrique. Paris, le livre africain, 1967.
16. BOSSER (J.). — Graminées des pâturages et des cultures à Madagascar. Paris, O. R. S. T. O. M., 1969, 440 p., 159 fig. (mémoire n° 35).
17. BOUDET (G.), BAEYENS (F.). — Une méthode d'étude et de cartographie des pâturages tropicaux. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1963, 16 (2) : 191-219.
18. — BOUDET (G.), RIVIÈRE (R.). — Emploi pratique des analyses fourragères pour l'appréciation des pâturages tropicaux. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1968, 21 (2) : 227-266.

19. BOUDET (G.), RIVIBRE (R.), CLEMENSAT (J.), PAGOT (J.), LAHORE (J. F.). — Les Possibilités fourragères de *Digitaria umfolozi* en zone soudanienne. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1961 14 (4) : 449-468.
20. BRAUN-BLANQUET (J.). — Plant sociology. The study of plant communities. New York, London, McGray Hill, 1932. 439 p.
21. BROWN (D.). — Methods of surveying and measuring vegetation. England, Bucks, C. A. B. (Pastures Fields crops) 1954. 223 p. (Bull. n° 42).
22. CALVET (H.), BOUDERGUES (R.), REMESY (C.), ARCHAMBAULT DE VENCAY (J.). — Recherches sur le métabolisme du rumen chez les bovins tropicaux. I. Matériel, méthodes et étude de trois fourrages utilisés au Sénégal. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1971, 24 (2) : 287-296.
23. CHENOST (M.). — Observations préliminaires sur la comparaison du potentiel digestif et de l'appétit des caprins et des ovins en zone tropicale et en zone tempérée. Ann. Zootechn., 1972, 21 (1) : 107-111.
24. CHIPPINDALL (L. K. A.) et Coll. — The grasses and pastures of South Africa. Capetown, Central News Agency, 1955. 771 p., 493 fig., 2 cartes.
25. CHOMBART DE LAUWE (J.), POITEVIN (J.), TIREL (J. C.). — Nouvelle gestion des exploitations agricoles. Paris, Dunod, 1963. 507 p.
26. C. S. A. — Phytogéographie (Yangambi 1956). London, C. C. T. A., 1956 (22) : 35 p.
27. CURASSON (M. G.). — Pâturages et aliments du bétail en régions tropicales et subtropicales. Paris, Vigot, 1958 : 344 p.
28. DAGET (P.), POISSONET (J.). — Méthode d'analyse de la végétation des pâturages. Critères d'application. Ann. Agron., 1971, 22 : 5-41.
29. DALZIEL (J. M.). — The useful plants of West tropical Africa. London, Crown Agents for oversea governments and administrations, 1955. 612 p.
30. DEMARQUILLY (C.), WEISS (P.). — Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages. Versailles, I. N. R. A.-S. E. I., 1970. 64 p. (Etude n° 42).
31. DESCOINGS (B.). — Méthode de description des formations herbeuses intertropicales par la structure de la végétation. Candollea, Genève, 1971, 26 (2) : 223-257.
32. DESCOINGS (B.). — Note sur la structure de quelques formations herbeuses de Lamto (Côte d'Ivoire). Ann. Univ. Abidjan, sér. E « Ecologie », 1972, 5 (1) : 7:30.
33. DEVAUX (C.) née ALLEMAND. — Plantes toxiques ou réputées toxiques pour le bétail en Afrique de l'Ouest. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., Serv. Agrostologie, 1973 (note de synthèse n° 4). 148 p.
34. DIJKSTRA (N. D.). — Research into the digestibility and feeding value of some grass species and grass of leys. Versl. Landb. Onderz., 1957, 63 (1).
35. EMBERGER (L.), DAGET (P.), GODRON (M.), LONG (G.), LE FLOC'H (E.), POISSONET (J.), SAUVAGE (C.), WACQUANT (J. P.). — Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Principes et transcription sur cartes perforées, Paris. C. N. R. S., 1968. 289 p.
36. FRENCH (M. H.). — Observations sur la chèvre. Rome, F. A. O., 1971. 227 p., 18 tabl. (Etude agricole n° 80).
37. GAUSSEN (H.). — L'emploi des couleurs en cartographie. Bull. Serv. carte phyto-géogr. sér. A. Paris, C. N. R. S., 1958, 3 (1) : 5-10.
38. Gillet (H.). — Pâturages sahéliens. Le ranch de l'Ouadi Rimé (Tchad). J. Agric. trop. Bot. appl., Paris, 1961, 8 (10-11) : 465-536 (12) : 557-692.
39. GOUNOT (M.). — Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Paris, Masson 1969. 314 p.
40. GUILLAUMET (J. L.), KOECHLIN (J.). — Contribution à la définition des types de végétation dans les régions tropicales (exemples de Madagascar). Candollea, Genève, 1971, (26) : 263-277, 10 pl.

41. GUINOCHET (M.). — Logique et dynamique du peuplement végétal. Phytogéographie, phytosociologie, biosystématique, applications agronomiques. Paris, Masson, 1955, 143 p., 32 fig., 1 table.
42. GUINOCHET (M.). — Phytosociologie. Paris, Masson, 1973. 227 p., 1 carte coul. (Coll. Ecologie).
43. HAVARD-DUCLOS (B.). — Pâturages et fourrages tropicaux. I. Pâturages tropicaux. Paris, Maison Rustique, 1952. 88 p.
44. HAVARD-DUCLOS (B.). — Les plantes fourragères tropicales. Paris, Maisonneuve et Larose, 1967. 397 p.
45. HEDIN (L.). — Recherches sur l'écologie des prairies françaises. Un essai de classification. Rev. int. Bot. appl., 1952, 32 (351-352) : 363-376.
46. HUBBARD (C. E.), MILNE-REDHEAD (E.), POLHILL (R. M.) et Collab. — Flora of Tropical East Africa. 91 parts. London (P. O. Box 569, SEI-9 NH), Crown Agents for oversea government and administrations, 1952 à 1973...
47. HUTCHINSON (J.), DALZIEL (J. M.). — Flora of West Tropical Africa. I, part 1, 1954 ; I, part. 2, 1958 ; II, 1963 ; III, part. 1, 1968 ; III, part. 2, 1972. London, Millbank SWI, Crown Agents for oversea governments and administrations.
48. JACQUES-FELIX (H.). — Les graminées d'Afrique tropicale. I. Généralités, classification, description des fleurs. Paris, I. R. A. T., 1962. 345 p. (Bull. scient., n° 8).
49. KIWAK (C.), DUVIGNEAUD (P.). — Etude sur l'écomorphologie des graminées des formations herbeuses du Bas-Congo. Bull. Soc. r. Bot. Belg., 1953, 86 : 91-104.
50. KOECHLIN (J.). — La végétation des savanes dans le sud de la République du Congo-Brazzaville. Paris, O. R. S. T. O. M., Mémoires Inst. Etud. Centrafricaines 1961 (10) : 310 p., 28 fig., 1 carte h. t. au 1/1 000 000.
51. LEBRUN (J. P.). — Enumération des plantes vasculaires du Sénégal. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1973. 209 p. 6 fig., 1 carte (Etude botanique n° 2).
52. LONG (G.). — Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. I. Principes généraux et méthodes. Paris, Masson, 1974. 252 p., 39 fig., 7 tabl., 33 photos.
53. MAINGUY (P.). — Les herbages tropicaux. Revue synoptique des principes et méthodes d'étude. Application à l'échantillonnage de la végétation. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1958, 11 (3) : 305-338.
54. National handbook for range and related grazing lands. U. S. Department of Agriculture, soil conserv. Service : S. C. S. Range, 7-67, 1967. 77 p.
55. PEYRE DE FABREGUES (B.), ROSSETTI (C.). — Pâturages naturels sahéliens du Sud Tamesna (République du Niger). 1. Evolution des pâturages. 2. Cartographie du potentiel pastoral et évolution de la production fourragère par photographie aérienne. I. E. M. V. T.-GEOTECHNIP, 1971, 2 t., 180 p., 11 fig., 22 tabl., 1 photcarte au 1/50 000 en 4 feuillets (Etudes agrostologiques n° 32).
56. PIOT (J.). — Rapport général sur les études de meilleurs temps de repos à la fauche. N'Gaoundéré, Cameroun, Station fourragère de Wakwa, I. E. M. V. T., 1973. 112 p.
57. QUITTET (E.). — Agriculture. III. Elevage. Paris, Dunod, 1969.
58. RATTRAY (J. M.). — Tapis graminéens d'Afrique. Rome, F. A. O., 1969 (Etudes agricoles, n° 49).
59. RAUNKIAER (C.). — The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, Oxford University Press, 1934. 632 p.
60. ROBYNS (W.). — Flore agrostologique du Congo belge et du Ruanda-Urundi. 2 vol. Bruxelles, I. N. E. A. C., 1929-1934, 615 p., 54 pl., 1 carte.
61. TROCHAIN (J. L.). — Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale. Bull. Inst. Etud. Centrafr., Brazzaville, 1957 (13-14) : 55-93.
62. UNDERWOOD (E. J.). — Trace elements in human and animal nutrition. New York, Academic Press, 1956.

63. WATT (J. M.), BREYER-BRANDWIJK (M. G.). — The medicinal and poisonous plants of southern and eastern Africa. London, Livingstone, 1962. 1457 p.

LES PATURAGES SAHÉLIENS

64. AUDRU (J.). — Etude des pâturages naturels et des problèmes pastoraux dans le delta du Sénégal. Définition d'une politique de l'élevage. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1966, 2 vol. : 359 p., 1 carte en coul. au 1/100 000 (2 200 km²) (étude agrostologique n° 15).
65. BOUDET (G.). — Etude agrostologique pour la création d'une station d'embouche dans la région de Niono (République du Mali). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1970 : 268 p., 8 ph., 1 carte en coul. au 1/500 000 (8 000 km²) 1 carte en coul. au 1/50 000 (110 km²), 1 carte en coul. au 1/100 000 (1 300 km²) et 1 carte en coul. au 1/200 000 (1 000 km²) (Etude agrostologique n° 29).
66. BOUDET (G.). — Projet de développement de l'élevage dans la région de Mopti (République du Mali). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1972 : 309 p., 5 cartes au 1/2 000 000 et 1 carte en coul. au 1/1 000 000 (88 000 km²) (Etude agrostologique n° 37).
67. BOUDET (G.), CORTIN (A.) et MACHER (H.). — Esquisse pastorale et esquisse de transhumance de la région du Gourma (République du Mali). Essen (Allemagne), DIWI Gesellschaft für ingenieur-beratung. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1971 : 283 p., 1 carte, 1 atlas polyc. au 1/200 000 (39 600 km²) (Etude agrostologique n° 9).
68. BOUDET (G.) et DUVERGER (E.). — Etude des pâturages naturels sahéliens. Le Hodh (Mauritanie). Paris, Vigot, 1961 : 160 p., 1 carte.
69. BOURLIÈRE (F.), BILLE (J. C.), LEPAGE (M.), MOREL (G.), MOREL (M. Y.), POULET (A. R.) et POUPON (H.). — Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional (Sénégal) ; introduction ; présentation de la région ; description de la végétation ; biomasse végétale et production primaire nette ; données préliminaires sur l'écologie des termites ; l'avi-faune et son cycle annuel ; les mammifères. Terre Vie, 1972, 26 (3) : 325-472.
70. BOURLIÈRE (F.), BILLE (J. C.), LEPAGE (M.), MOREL (G.), MOREL (M. Y.), POULET (A. R.) et POUPON (H.). — Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional (Sénégal) ; 1972, année sèche au Sahel ; la régénération de la strate herbacée ; influence de la sécheresse de l'année 1972-1973 sur la strate ligneuse ; sur le peuplement en termites ; sur l'avi-faune. Terre Vie, 1974, 28 (1) 3-130.
71. BREMAUD (O.) et PAGOT (J.). — Pâturages, nomadisme et transhumance en zone sahélienne. U. N. E. S. C. O., Actes du colloque, Paris, 1960 « Les problèmes de la zone aride », 1962 : 339-352.
72. CHARREAU (C.) et VIDAL (P.). — Influence de l'*Acacia albida* Del. sur le sol, nutrition minérale et rendements des mils *Pennisetum* au Sénégal. Agron. trop., 1965, 20 (6-7) : 600-626.
73. DELHAYE (R.). — Fiche technique *Stylosanthes humilis* H. B. K. Rome, F. A. O., 1973 (NER 70-56) : 2 p.
74. GASTON (A.). — Etude agrostologique du Kanem, Préfecture du Kanem au sud du 16° parallèle et Préfecture du Lac (République du Tchad). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1967 : 147 p., 1 carte en coul. au 1/500 000 (75 750 km²) (Etude agrostologique n° 19).
75. GASTON (A.). — Esquisse de reconnaissance des groupements végétaux de la zone de recherches écologiques intensives du projet Quelea-Quelea (région de N'Djamaena). Etude des potentialités grainières de certains groupements végétaux. Rome, P. N. U. D.-F. A. O. ; Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1973 : 122 p., 1 carte au 1/50 000 (1 100 km²) ; cartons au 1/10 000 (30 km²) (Travail agrostologique n° 20).
76. GASTON (A.) et BOTTE (F.). — Etude agrostologique de la réserve de Tin Arkachen (République de Haute-Volta). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1971 : 146 p., 1 carte en coul. au 1/100 000 (3 000 km²) (Etude agrostologique n° 31).
77. GILLET (H.). — Pâturages sahéliens. Le ranch de l'Ouadi-Rimé. Paris, J. Agric. trop. Bot. appl., 1961, 8 : 465-536 ; 557-692.

78. GRANIER (P.). — Rapport agrostologique sur la factibilité de deux ranches au Niger. Paris, S. E. D. E. S., Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1974 : 40 p. (Travail agrostologique n° 22).
79. LAWTON (R. M.). — The value of browse in the dry tropics. E. afr. agric. for. J., Nairobi, 1968, 33 (3) : 227-230.
80. LE HOUEROU (H. N.). — Peut-on lutter contre la désertisation ? Nouakchott, Coll. Int. sur désertification, 1973, AGPC, MISC, 22 : 13 p.
81. LE HOUEROU (H. N.). — Contribution à une bibliographie des phénomènes de désertisation de l'écologie végétale des pâturages et du nomadisme dans les régions arides de l'Afrique et de l'Asie du Sud-Ouest. Rome, F. A. O., Div. prod. végét. et prot. plantes, 1973 : 120 p.
82. MOLENAAR (A.). — Machines à élever l'eau pour l'irrigation. Rome, F. A. O. 1956 (Coll. Progrès et mise en valeur n° 60).
83. MOSNIER (M.). — Pâturages naturels sahéliens, région de Kaédi (Mauritanie), Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1961 : 169 p., 1 carte en coul. au 1/200 000 en 2 feuilles (24 600 km²) (Etude agrostologique n° 3).
84. MOSNIER (M.). — Les pâturages naturels de la région de Gallayel (République du Sénégal). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1967 : 137 p., 1 carte en coul. au 1/100 000 (1 790 km²) (Etude agrostologique n° 18).
85. NAEGELE (A. F. G.). — Etude et amélioration de la zone pastorale du Nord-Sénégal. Rome, F. A. O., 1971 : 163 p., 11 cartes (Pâturage et culture fourragère. Etude n° 4).
86. PEYRE DE FABREGUES (B.). — Etude des pâturages naturels sahéliens, ranch de Nord-Sanam (République du Niger). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1963 : 132 p., 1 carte en coul. au 1/100 000 (3 450 km²) (Etude agrostologique n° 5).
87. PEYRE DE FABREGUES (B.). — Etude agrostologique des pâturages de la zone nomade de Zinder. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1967 : 188 p., 1 carte en coul. au 1/400 000 (14 000 km²) (Etude agrostologique n° 17).
88. PEYRE DE FABREGUES (B.). — Pâturages naturels sahéliens du sud Tamesna (République du Niger). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1970 : 200 p. 1 carte en coul. au 1/500 000 (23 600 km²) (Etude agrostologique n° 28).
89. RAYNAL (J.). — Etude botanique des pâturages du centre de recherches zootechniques de Dahra-Djollof (Sénégal). Paris, O. R. S. T. O. M., 1964 : 99 p., 1 carte en coul. au 1/20 000.
90. RIPPSTEIN (G.), PEYRE DE FABREGUES (B.). — Modernisation de la zone pastorale du Niger. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1972 : 306 p., 1 carte en coul. au 1/1 000 000 (360 000 km²) (Etude agrostologique n° 33).
91. ROBINET (A.). — L'aide française aux pays sahéliens victimes de la sécheresse. La reconstitution du cheptel et la modernisation de la production animale. Esquisse d'une stratégie nationale et régionale. Paris, S. E. A. E., 1974 : 57 p.
92. TOUZEAU (J.). — Les arbres fourragers de la zone sahélienne de l'Afrique. Thèse Méd. vét. Toulouse, 1973, n° 75, 125 p.
93. VALENZA (J.). — Etude dynamique de différents types de pâturages naturels en République du Sénégal (Survey of different types of natural pastureland in the Senegal Republic). Proc. XI internat. grassland congress, 1970 : 78-82.
94. VALENZA (J.), DIALLO (A. K.). — Etude des pâturages naturels du Nord-Sénégal. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1972 : 311 p., 1 carte en coul. au 1/200 000 (34 500 km²) (Etude agrostologique n° 34).
95. VALENZA (J.), FAYOLLE (F.). — Note sur les essais de charge de pâturage en République du Sénégal. Maisons-Alfort, Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1965, 18 (3) : 321-327.
96. VIAUD (M.). — Les arbres et les arbustes fourragers de la zone sahélienne de l'Afrique occidentale française. Bull. Serv. Zootechn. Epizoot. AOF, 1938, 1 (2) : 52-8.

LES PATURAGES SOUDANIENS

97. AUDRU (J.). — Ensembles pastoraux du Logone et du Moyen Chari (République du Tchad). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1966 : 210 p., 1 carte en coul. au 1/400 000 (36 000 km²) (Etude agrostologique n° 16).
98. AUDRU (J.) et DEMANGE (R.). — Etude agrostologique et problèmes de nutrition au Sud Mali. Paris, SEDES ; Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1973, 2 vol. : 562 p. ; 1 carte en coul. au 1/200 000 (11 000 km²) (Travaux agrostologiques n° 16).
99. BOUDET (G.). — Etude des pâturages naturels du Dallol Maouri (République du Niger). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1969 : 308 p., phot. ; 1 carte en coul. au 1/200 000 (7 500 km²) (Etude agrostologique n° 26).
100. BOUDET (G.). — Pâturages naturels de Haute et Moyenne Casamance (République du Sénégal). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1970, : 240 p., phot. ; 1 carte en coul. au 1/200 000 en 2 feuilles (20 500 km²) (Etude agrostologique n° 27).
101. BOUDET (G.) et ELLENBERGER (J. F.). — Etude agrostologique du berceau de la race N'Dama dans le cercle de Yanfolila (République du Mali). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1971 : 174 p. ; 8 phot., 6 fig., 13 tabl., 1 carte en coul. au 1/50 000 (220 km²) (Etude agrostologique n° 30).
102. DIALLO (A. K.). — Pâturages naturels du Ferlo Sud (République du Sénégal). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1968 : 173 p. ; 1 carte au 1/200 000 (4 015 km²) (Etude agrostologique n° 23).
103. FOTIUS (G.) et VALENZA (J.). — Etude des pâturages naturels du Ferlo Oriental (République du Sénégal). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1966, 180 p., 1 carte en coul. au 1/200 000 en 2 feuilles (20 000 km²) (Etude agrostologique n° 13).
104. DE LEEUW (P. N.), LESLIE (A.), TULEY (P.). — The land Resources of north east Nigeria.
Vol. 1 — The environment (cartes).
Vol. 2 — Tsetse and Trypanosomiasis.
Vol. 3 — The land systems (cartes).
Vol. 4 — Present and potential land use.
Vol. 5 — Appendixes and tables.
Land resources division, Tolworth tower, Surbiton Surrey, England, 1972 (land resources study n° 9).
105. PAGOT (J.) et collab. — Etude des pâturages tropicaux de la zone soudanienne.
 1. Charreau (C.), Dommergues (Y.). — Pédologie.
 2. Adam (J. G.). — Botanique systématique.
 3. Derbal (Z.), Lahore (J.). — Etudes expérimentales sur l'utilisation, l'exploitation, l'amélioration des pâturages naturels et la création des pâturages artificiels. Paris, Vigot, 1959 : 148 p., 1 carte en coul. h. t.
106. TOUTAIN (B.). — Etude agrostologique en vue de l'implantation d'un ranch d'embouche dans la région de Léo (Haute-Volta). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1974 : 195 p., 1 carte au 1/100 000, 1 carte au 1/50 000 (Etude agrostologique n° 40).

LES PATURAGES GUINÉENS

107. ADJANOHOUN (E. J.). — Etude phytosociologique des savanes de basse Côte d'Ivoire (savanes lagunaires). Vegetatio, Den Haag, 1962, 11 (1-2) : 1-38.
108. ADJANOHOUN (E. J.). — Végétation des savanes et des rochers découverts en Côte d'Ivoire centrale. Paris, O. R. S.T. O. M., 1964 : 247 p., 17 tabl. 65 phot. (Mem. n° 7).
109. AUDRU (J.). — Etude de factibilité des ranches d'Abokouamekro et de Sipilou (République de Côte d'Ivoire). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1972 : 145 p., tabl., cartes ; 1 carte en coul. au 1/25 000 (120 km²) (Etude agrostologique n° 35).

110. AUDRU (J.). — Inventaire des parcours de la région ouest de Bodokro pour l'installation d'un élevage naisseur en secteur paysannal (République de Côte d'Ivoire). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1974 : 110 p., 1 carte en coul. au 1/20 000 (50 km²) (Etude agrostologique n° 39).
111. AUDRU (J.) et BOUDET (G.). — Pâturages de la zone Sud de la République Centrafricaine. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1964 : 213 p. ; 1 carte en couleur au 1/50 000 (335 km²) (Etude agrostologique n° 8).
112. BILLE (J. C.). — Pâturages du secteur occidental d'élevage de la République Centrafricaine. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1964 : 286 p. ; 2 cartes en coul. au 1/200 000 (11 000 km²) et 1/25 000 (160 km²) (Etude agrostologique n° 9).
113. BILLE (J. C.) et DE WISPELAERE (G.). — Développement agro-pastoral de l'Ubanguï. Etude des pâturages (République du Zaïre). SOGELERG (Paris). I. E. M. V. T. (Maisons-Alfort), 1974 : 46 p., 1 carte au 1/100 000 (2 500 km²) (Travaux agrostologiques n° 23).
114. BOUDET (G.). — Pâturages et plantes fourragères en République de Côte d'Ivoire. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1963 : 102 p., 1 carte (Etude agrostologique n° 6).
115. BOUDET (G.). — Etude agrostologique du ranch de Sipilou (République de Côte d'Ivoire). Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1966 : 150 p., 1 carte en coul. au 1/25 000 (95 km²) (Etude agrostologique n° 14).
116. GRANIER (P.), LAHORE (J.) et DUBOIS (P.). — Etude du pâturage naturel à Madagascar. Productivité, conséquences pratiques. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1968, 21 (2) : 203-17.
117. ROMBAUT (D.). — Elevage bovin sous palmiers. Rome, F. A. O., 1973 : 57 p. (AT 3229).
118. SITA (P.). — Etude de la végétation et de sa valeur alimentaire. in VALENZA (J.). — Projet pour la création d'un ranch d'élevage bovin dans la région de Kibangou (République du Congo. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T. : 117 p., 1 carte au 1/50 000.

INTENSIFICATION DE LA PRODUCTION FOURRAGÈRE

119. AUDRU (J.). — *Stylosanthes gracilis*. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1971 : 119 p.
120. BILLE (J. C.). — Expérimentation agrostologique en République Centrafricaine. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1967 : 246 p. (Etude agrostologique n° 21).
121. BOL ALIMA (G.). — Etudes préliminaires sur les effets biologiques de la hauteur de coupe sur la croissance et le développement de *Stylosanthes gracilis* H. B. K. Cah. O. R. S. T. O. M., ser. Biol., 1974, 23 : 57-65.
122. BOONMAN (J. G.). — On the seed production of tropical grasses in Kenya. Wageningen, Agr. Res. Rep., 1973 : 16 p.
123. BORGET (M.). — Résultats et tendances présentes des recherches fourragères à l'I. R. A. T. Agron. trop., 1969, 24 (2) : 103-123.
124. BOTTON (H.). — Les plantes de couverture en Côte d'Ivoire. Paris, J. Agric. trop. Bot. appl., 1957-58, 4 : 553-615, 5 : 45-172.
125. CADOT (R.), RIVIÈRE (R.). — Etude de quelques caractéristiques de la production fourragère en zone tropicale à climat de type guinéen. I. E. M. V. T., C. R. Z. Bouaké (Côte d'Ivoire), 1967 : 72 p.
126. Colloque sur l'intensification de la production fourragère en milieu tropical humide et son utilisation par les ruminants. (Guadeloupe 24-29 mai 1971.) I. N. R. A., Paris, 1974 : 266 p.
127. DUMAS (Y.), SALETTE (J. E.), SOBESKY (O.). — Eléments d'écologie des herbages à Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.) dans divers milieux des Antilles françaises. 1. Eléments d'écologie et potentialités de production. 2. Données sur les éléments minéraux chez *Digitaria decumbens* cultivé dans divers milieux. Agron. trop., 1973, 28 (9) : 819-845.

128. Ensilage en milieu tropical. I. R. A. T., Cah. Agr. Pays chauds, 1965, 3 : 145-152.
129. FRITZ (J.), LOYNET (G.). — Facteurs agissant sur l'efficacité des engrais azotés, en production intensive de fourrage de *Chloris gayana*. Fourrages, 1973, 55 : 83-91.
130. GASTON (A.). — Premiers résultats d'essai de cultures fourragères à Bol ; *Pennisetum purpureum*. N'Djamena, I. E. M. V. T., Lab. Farcha, 1973 : 24 p.
131. GOMBAUD (R.). — Expérience d'emboche de zébus peuhls sur pâturage de *Stylosanthes gracilis* avec ou sans complémentation. Bouaké (Côte-d'Ivoire), I. E. M. V. T., C. R. Z., 1972 : 42 p.
132. GRANIER (P.). — L'herbe de Para dans la province de Majunga. Bull. Madagascar, 1962, 191 : 353-361.
133. GRANIER (P.). — Le *Stylosanthes gracilis* à Madagascar. Amélioration des savanes et intégration de l'élevage à l'agriculture. Bull. Madagascar, 1970, 20 (289) : 522-550.
134. GRANIER (P.). — Une nouvelle variété de *Pennisetum purpureum* var. Kisozi. Son exploitation et sa valeur fourragère à Madagascar. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1972, 25 (3) : 409-424.
135. GRANIER (P.), BIGOT (A.). — La culture des sorghos fourragers à Madagascar. Bull. Madagascar, 1970 (290-291) : 613-632.
136. GRANIER (P.), CABANIS (Y.) et ELLENBERGER (J. F.). — Etude sur les divers modes d'implantation du *Stylosanthes gracilis*. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1972, 25 (4) : 569-576.
137. GRANIER (P.), CHATILLON (G.). — *Desmodium intortum*. Utilisation dans l'alimentation des vaches laitières. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1972, 25 (3) : 425-432.
138. GRANIER (P.), GAULIER (R.), LAHORE (J.). — Bilan de l'exploitation fourragère d'un bas-fond aménagé pour la production laitière. Terre Malgache, 1967 (1) : 255-269.
139. GRANIER (P.) et RAZAFINDRATSITA (R.). — Contribution à l'étude de la culture dérobée de fourrages en rizière dans la région de Tananarive. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1970, 23 (1) : 101-108.
140. GRANIER (P.) et THEODOSIADIS (G.). — Amélioration de l'élevage semi-intensif dans le Moyen-Ouest de Madagascar. Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop., 1965, 18 (3) : 339-348.
141. HAGGAR (R. J.). — The production of seed from *Andropogon gayanus*. Proc. int. Seed Test. Ass., 1966, 31, 2 : 251-259 (Nigeria ; Samaru Res. Bull. n° 80).
142. HAGGAR (R. J.). — Use of companion crops in grassland establishment in Nigeria. Expl. Agric., 1969, 5 : 47-52.
143. HAGGAR (R. J.), LEEUW (P. N. de) AGISHI (E.). — The production and management of *Stylosanthes gracilis* at Shika, Nigeria ; I. in sown pastures ; II. in savanna grassland. J. Agric. Sci. Camb., 1971, 77 : 427-444 (Nigeria, Samaru Res. Bull., n° 161).
144. JOHNSON (W. L.) et collab. — The nutritive value of *Panicum maximum* (Guinea grass). Digestibility by cattle and water buffaloes, related to season and herbage growth stage. J. Agric., Camb., 1967, 69 : 161-170.
145. LETENNEUR (L.). — Production fourragère en Côte d'Ivoire et possibilité d'amélioration. Bouaké, I. E. M. V. T., C. R. Z. de Minankro, 1973 ; 2 t., 98 p., 18 tabl.
146. MESSAGER (J. L.), LETENNEUR (L.). — Un exemple de production fourragère intensive. Observations sur l'exploitation en pâturage du *Panicum maximum* Jacq. K. 187 B, irrigué et fertilisé. Bouaké, C. R. Z., Minankro, 1971 : 44 p.
147. OBATON (M.). — Une source de protéines peu exploitée : la symbiose fixatrice d'azote entre les légumineuses et les rhizobium. Gembloux, Bull. Rech. Agron., semaine d'études des problèmes intertrop., 1972 : 180-184.
148. PERNES (J.), LETENNEUR (L.) et collab. (RENÉ (J.), RENÉ-CHAUME (R.), ROBERGE (G.), MESSAGER (J. L.)). — *Panicum maximum* Jacq. et l'intensification fourragère en Côte-d'Ivoire, Abidjan, I. E. M. V. T.-O. R. S. T. O. M., 1973 : 54 p.

149. RENARD (Ch.), KIADI-MATSUELA (N.). — Effets de la température sur la croissance juvénile de *Beckeropsis uniseta* (Nees) Stapf et de *Hybarrhenia diplandra* (Hack.) Stapf. Bull. Acad. roy. Sciences Outre-Mer, Bruxelles, 1973 : 375-384 p.
150. RIPPSTEIN (G.). — Etude de la conservation des fourrages dans les régions inter-tropicales. C. N. E. A. T./I. E. M. V. T., 1969, 39 p., 5 fig.
151. RISOPOULOS (S. A.). — Aménagement et utilisation des pâturages en République démocratique du Congo. Rome, F. A. O., 1966 (Pâturages et cultures fourragères n° 1).
152. SEMPLE (A. T.). — L'amélioration des herbages dans le monde. Rome, F. A. O., 1956 : 169 p., 107 fig. (Etude agricole n° 16).
153. TOUTAIN (B.). — Principales plantes fourragères tropicales cultivées. Maisons-Alfort, I. E. M. V. T., 1973 (note de synthèse n° 3) : 201 p.
154. VANNESTE (G.). — La campagne de Soja. Gembloux, Bull. Rech. Agron., semaine d'études des problèmes intertrop., 1972 : 171-179.
155. WHYTE (R. O.), NILSSON-LEISSNER (G.), TRUMBLE (H. C.). — Les légumineuses en agriculture. Rome, F. A. O., 1955 (Etudes agricoles n° 2).
156. WHYTE (R. O.), MOIR (T. R. G.), COOPER (J. P.). — Les graminées en agriculture. Rome, F. A. O., 1959 (Etudes agricoles n° 42).
157. WHYTE (R. O.). — Tropical grazing lands ; communities and constituent species. The Hague, Junkw. publ., 1974 : 222 p., 24 fig. 15 tabl.
158. HUMPHREYS (L. R.). — Tropical pasture seed production. — Rome, F. A. O. 1974 (MI/F 3897/E/12.74/1/1000) : 116 p., 19 tabl., 4 fig., 23 photos, 205 réf. bibl.

ANNEXE

ÉTUDE STATISTIQUE DU COUVERT HERBACÉ D'UN PATURAGE

La végétation d'un pâturage naturel tropical est une formation végétale où cohabitent de nombreuses espèces, herbacées ou ligneuses. Elle peut être assimilée à une population hétérogène, en évolution perpétuelle par suite des variations de pluviométrie et des diverses intensités de broutage. Le dynamisme de cette population est un aspect fondamental de la connaissance d'un pâturage et il doit pouvoir être estimé afin d'adopter des systèmes d'exploitation permettant le maintien et si possible l'accroissement de la productivité du complexe climat-sol-pâturage-herbivore domestique.

L'évolution de la composition de la population végétale d'un pâturage peut être suivie statistiquement par le test de χ^2 en comparant la population observée à une population théorique. Il est nécessaire, au préalable, d'avoir suffisamment de mesures pour éliminer l'effet du hasard.

Méthode d'échantillonnage

La méthode des points quadrats alignés de Daget et Poissonnet (28) peut être adoptée pour l'estimation de l'évolution de la composition floristique du tapis herbacé d'un pâturage.

Cent mesures sont effectuées le long d'un décimètre tendu au-dessus du toit du tapis herbacé, une lecture verticale étant effectuée tous les 10 cm, le long d'une tige métallique à bord effilé. A chaque point de lecture, et le long du bord effilé de la tige, tous les contacts avec feuilles ou chaumes sont pris en compte, mais une espèce ne doit être notée qu'une fois par point de lecture, ceci par convention, afin de donner une meilleure image de la proportion des espèces en projection au sol.

Pour l'estimation de la proportion des espèces au niveau du sol, l'ensemble des contacts par espèce sur la ligne représente la **fréquence spécifique** de l'espèce (F_s) qui est une valeur absolue.

La proportion de chaque espèce peut être exprimée en pourcentage par une valeur relative, la **contribution spécifique** (C_{s_i}) :

$$C_{s_i} = \frac{F_{s_i}}{F_{s_1} + F_{s_2} + \dots + F_{s_1} + \dots + F_{s_n}} \times 100.$$

Elimination de l'effet du hasard

Plusieurs lignes de 10 m sont nécessaires pour estimer avec suffisamment de précision la composition du pâturage.

Leur répartition doit être distribuée au hasard sur la parcelle à tester. Il est cependant nécessaire de n'étudier que le couvert herbacé situé en dehors des couronnes de ligneux pour éviter qu'interviennent les fluctuations dues à l'effet « ombrage ». Installé au centre de la parcelle, l'opérateur peut tirer au sort une direction et un nombre de pas qui déterminera l'origine de la ligne, la direction de ligne étant à nouveau tirée au sort. Le nombre de lignes de points quadrats sera déterminé par l'**intervalle de confiance** calculé à partir de l'effectif cumulé, ligne par ligne, des contacts de l'espèce dominante sur l'effectif cumulé de tous les contacts enregistrés pour l'ensemble des espèces (total des fréquences spécifiques). L'effet du hasard est considéré comme éliminé lorsque la précision atteinte est voisine de 5 p. 100.

L'intervalle de confiance est obtenu par la formule :

$$\pm 2 \sqrt{\frac{pq}{N}}$$

où : N est l'effectif cumulé des contacts de l'ensemble des espèces

n est l'effectif cumulé des contacts de l'espèce dominante

$$p = \frac{n}{N}$$

$$q = \frac{N-n}{N}$$

et la formule peut aussi s'exprimer :

$$\pm 2 \sqrt{\frac{\frac{n}{N} \times \frac{N-n}{N}}{N}} = \pm 2 \sqrt{\frac{n(N-n)}{N^3}}$$

Estimation de l'évolution du couvert herbacé

Les observations effectuées sur la parcelle à tester sont comparées à celles réalisées sur une parcelle témoin et les observations enregistrées pour chaque cas sont considérées comme les effectifs de deux populations. Le test de χ^2 est alors appliqué aux deux effectifs observés avec comparaison pour chaque parcelle de l'effectif observé à un effectif théorique calculé, caractéristique d'une population homogène.

Exemple d'un pâturage naturel de moyenne Côte-d'Ivoire

Détermination du nombre d'observations à réaliser.

Huit lignes ont été inventoriées sur la parcelle témoin :

Lignes	Effectif cumulé de l'espèce	Total des individus dénombrés	$2 \sqrt{\frac{pq}{N}}$	Fréquence relative en p. 100
1	28	69	0,118	$40,6 \pm 11,8$
2	59	149	0,080	$39,5 \pm 8,0$
3	78	215	0,066	$36,3 \pm 6,6$
4	98	293	0,055	$33,4 \pm 5,5$
5	113	365	0,048	$30,9 \pm 4,8$
6	136	432	0,045	$31,5 \pm 4,5$
7	153	498	0,041	$30,7 \pm 4,1$
8	174	558	0,039	$31,2 \pm 3,9$

Pour la première ligne, le calcul est le suivant :

$$N = 69 \quad n = 28 \quad p = \frac{28}{69} = 0,4057 \quad q = \frac{69 - 28}{69} = 0,5942$$

$$\sqrt{\frac{pq}{N}} = \sqrt{\frac{0,241067}{69}} = \sqrt{0,003493} = 0,0591$$

ou :

$$\sqrt{\frac{pq}{N}} = \sqrt{\frac{n(N-n)}{N^3}} = \sqrt{\frac{28 \times 41}{69^3}} = \sqrt{\frac{1148}{328.509}} = \sqrt{0,003494} = 0,0591$$

L'intervalle de confiance est alors :

$$2 \sqrt{\frac{pq}{N}} = 0,1182 \text{ ou } 11,8 \text{ p. } 100$$

et la fréquence relative de l'espèce cumulée :

$$\frac{28}{69} \times 100 = 40,6 \text{ p. } 100 \text{ à } 11,8 \text{ p. } 100 \text{ près.}$$

L'écart de 5 p. 100 est pratiquement atteint dès la 4^e ligne et l'analyse statistique du pâturage sera effectuée sur 5 lignes dispersées au hasard pour chaque parcelle en comparaison.

Estimation de l'évolution du couvert herbacé.

Les observations sont effectuées, pour chaque parcelle, le long de 5 lignes distribuées au hasard et les fréquences spécifiques sont additionnées.

Espèces	Parcelle (1)	Parcelle (2)
<i>Elymandra androphila</i> (*)	112	52
<i>Schizachyrium semiberbe</i> (*)	63	74
Cyperaceae 1391 (*)	62	37
<i>Andropogon schirensis</i> (*)	52	63
<i>Loudelia arundinacea</i> (*)	14	14
<i>Andropogon pseudapricus</i>	9	1
<i>Panicum phragmitoides</i> (*)	9	16
<i>Hyparrhenia subplumosa</i>	6	3
Cyperaceae 1413	5	2
<i>Vernonia cf. guineensis</i>	3	1
<i>Polygala arenaria</i> var. <i>angustifolia</i>	2	0
<i>Panicum hystrix</i>	2	3
<i>Octodon selosum</i>	2	1
<i>Cochlospermum planchonii</i>	1	1
<i>Vigna multinervis</i>	1	1
<i>Vigna ambacensis</i>	1	0
<i>Scleria canaliculatoiriqueira</i>	1	0
Géophyte 1406	1	0
<i>Brachiaria brachylopha</i>	1	5
<i>Cyperus schweinfurthianus</i>	0	1
<i>Indigofera cf. hirsuta</i>	0	1
<i>Indigofera polysphaera</i>	0	1
	347	277

(*) Espèces abondantes, ou caractéristiques d'un processus d'évolution (cas de *Panicum phragmitoides*).

Les six espèces abondantes ou caractéristiques d'une évolution constituent chacune une classe alors qu'une 7^e classe rassemble les espèces secondaires.

Pour chaque classe et chaque parcelle, l'effectif théorique est noté entre parenthèses ; il est obtenu par :

$$\frac{\text{total colonne} \times \text{total ligne.}}{\text{total général}}$$

Ainsi, classe 1, parcelle 1 :

$$\frac{347 \times 164}{624} = 91,1.$$

Classes	(1)	(2)	Totaux
1	112 (91,1)	52 (72,9)	164
2	63 (76,1)	74 (60,9)	137
3	62 (55,0)	37 (44,0)	99
4	52 (63,9)	63 (51,1)	115
5	14 (15,5)	14 (12,5)	28
6	9 (13,9)	16 (11,1)	25
7	35 (31,1)	21 (24,9)	56
Totaux	347	277	624

Le χ^2 calculé est la somme des paramètres :

$$\frac{(\text{effectif observé} - \text{effectif calculé})^2}{\text{effectif calculé}}$$

soit :

$$\frac{(112 - 91,1)^2}{91,1} + \frac{(52 - 72,9)^2}{72,9} + \frac{(63 - 76,1)^2}{76,1} + \dots = 27,8.$$

Le nombre de degrés de liberté est égal à :

$$(\text{nb. colonnes} - 1) (\text{nb. de lignes} - 1) = (7 - 1) (2 - 1) = 6.$$

Dans la table de χ^2 , pour 6 degrés de liberté :

$$\chi^2 = 12,59 \text{ au seuil de } 5 \text{ p. } 100$$

$$\text{et } \chi^2 = 16,81 \text{ au seuil de } 1 \text{ p. } 100.$$

Le χ^2 calculé est de 27,8, donc supérieur aux deux valeurs ci-dessus ; les deux parcelles comparées sont significativement différentes, il y a donc une différence de composition floristique entre les deux parcelles qui est significative avec contrôle statistique.

Ce test peut s'effectuer pour une même année sur plusieurs parcelles ou d'année en année pour la même parcelle, car le témoin lui-même peut évoluer.

TEST χ^2

Valeur de χ^2 correspondant aux seuils de probabilité 5 p. 100 et 1 p. 100
(Extrait des tables de Fisher)

Degrés de liberté ν	5 p. 100	1 p. 100	Degrés de liberté ν	5 p. 100	1 p. 100
1	3,84	6,63	16	26,30	32,00
2	5,99	9,21	17	27,59	33,41
3	7,81	11,24	18	28,87	34,80
4	9,49	13,28	19	30,14	36,19
5	11,07	15,09	20	31,41	37,57
6	12,59	16,81	21	32,67	38,93
7	14,07	18,47	22	33,92	40,29
8	15,51	20,09	23	35,17	41,64
9	16,92	21,66	24	36,41	42,98
10	18,31	23,21	25	37,65	44,31
11	19,67	24,72	26	38,88	45,64
12	21,03	26,22	27	40,11	46,96
13	22,36	27,69	28	41,34	48,28
14	23,68	29,14	29	42,56	49,59
15	25,00	30,58	30	43,77	50,89

Table des carrés

x	x ²	x	x ²	x	x ²	x	x ²	x	x ²
11	121	51	2 601	91	8 281	131	17 161	171	29 241
12	144	52	2 704	92	8 464	132	17 424	172	29 584
13	169	53	2 809	93	8 649	133	17 689	173	29 929
14	196	54	2 916	94	8 836	134	17 956	174	30 276
15	225	55	3 025	95	9 025	135	18 225	175	30 625
16	256	56	3 136	96	9 216	136	18 496	176	30 976
17	289	57	3 249	97	9 409	137	18 769	177	31 329
18	324	58	3 364	98	9 604	138	19 044	178	31 684
19	361	59	3 481	99	9 801	139	19 321	179	32 041
20	400	60	3 600	100	10 000	140	19 600	180	32 400
21	441	61	3 721	101	10 201	141	19 881	181	32 761
22	484	62	3 844	102	10 404	142	20 164	182	33 124
23	529	63	3 969	103	10 609	143	20 449	183	33 489
24	576	64	4 096	104	10 816	144	20 736	184	33 856
25	625	65	4 225	105	11 025	145	21 025	185	34 225
26	676	66	4 356	106	11 236	146	21 316	186	34 596
27	729	67	4 489	107	11 449	147	21 609	187	34 969
28	784	68	4 624	108	11 664	148	21 904	188	35 344
29	841	69	4 761	109	11 881	149	22 201	189	35 721
30	900	70	4 900	110	12 100	150	22 500	190	36 100
31	961	71	5 041	111	12 321	151	22 801	191	36 481
32	1 024	72	5 184	112	12 544	152	23 104	192	36 864
33	1 089	73	5 329	113	12 769	153	23 409	193	37 249
34	1 156	74	5 476	114	12 996	154	23 716	194	37 636
35	1 225	75	5 625	115	13 225	155	24 025	195	38 025
36	1 296	76	5 776	116	13 456	156	24 336	196	38 416
37	1 369	77	5 929	117	13 689	157	24 649	197	38 809
38	1 444	78	6 084	118	13 924	158	24 964	198	39 204
39	1 521	79	6 241	119	14 161	159	25 281	199	39 601
40	1 600	80	6 400	120	14 400	160	25 600	200	40 000
41	1 681	81	6 561	121	14 641	161	25 921		
42	1 764	82	6 724	122	14 884	162	26 244		
43	1 849	83	6 889	123	15 129	163	26 569		
44	1 936	84	7 056	124	15 376	164	26 896		
45	2 025	85	7 225	125	15 625	165	27 225		
46	2 116	86	7 396	126	15 876	166	27 556		
47	2 209	87	7 569	127	16 129	167	27 889		
48	2 304	88	7 744	128	16 384	168	28 224		
49	2 401	89	7 921	129	16 641	169	28 561		
50	2 500	90	8 100	130	16 900	170	28 900		

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figures

1. Diagramme du bilan hydrique (principe).....	24
2. Diagramme Abidjan	29
3. Diagramme Ferkessédougou	30
4. Diagramme Bobo-Dioulasso	32
5. Diagramme Mopti	33
6. Diagramme Gao	34
7. Types physiologiques de la végétation	50
8. Fiche structurale	56
9. Productivité d'un pâturage à <i>Digitaria umfolozi</i>	70
10. Ecomorphologie des graminées	73
11. Evolution de la composition de <i>Digitaria umfolozi</i>	83
12. Armoire-étuve	92
13. Aménagement du terroir sahélien	133
14. Aménagement du terroir soudanien	156
15. Diagrammes de bilans hydriques guinéens	162

Cartes

1. Climats intertropicaux	21
2. Géologie de l'Afrique intertropicale	38
3. Tapis graminéens d'Afrique	48
4. Végétation de l'Afrique	52
5. Pâturages d'Afrique occidentale et centrale	106

Extrait carte polychrome des pâturages de Léo (Haute-Volta)

Hors-texte

Planches

1. <i>Hyparrhenia rufa</i>	143
2. <i>Imperata cylindrica</i>	168
3. <i>Brachiaria brizantha</i>	209
4. <i>Melinis minutiflora</i>	215
5. <i>Centrosema pubescens</i>	220
6. <i>Leucaena glauca</i>	222
7. <i>Pueraria phaseoloides</i>	225
8. <i>Stylosanthes guianensis</i>	227

Tableaux

1. Données climatiques	26-27
2. Climats et saisons humides	28
3. Tableau phytosociologique	60
4. Tableau synoptique	62
5. Productivité d'un pâturage à <i>Digitaria umfolozi</i>	69
6. Productivité d'un pâturage à <i>Hyparrhenia diplandra</i>	70
7. Table pour le calcul des U. F. (Dijkstra)	78-79
8. Production de l'U. B. T. selon la valeur du kg de M. S.	80
9. Evolution de la composition de <i>Digitaria umfolozi</i>	82
10. Analyses de cures salées	87
11. Expression cartographique des capacités de charge annuelle.....	102
12. Cartographie de pâturages sahéliens.....	109
13. Répartition des principales espèces au Sahel	110
14. Valeur fourragère des espèces sahéliennes	122 à 125
15. Répartition des principales espèces soudaniennes	141
16. Valeur fourragère des espèces soudaniennes	148-149
17. Répartition des principales espèces de savanes guinéennes.....	165
18. Variation floristique selon le rythme de coupes	169
19. Valeur fourragère des espèces guinéennes	172
20. Valeur fourragère et temps de croissance de plantes cultivées.....	186
21. Besoins en eau pour irrigation	203

TABLE DES PHOTOGRAPHIES

1. Cure salée de Karouassa au Gourma (Mali)	88
2. Pierre à lécher artisanale coulée dans un tronc évidé (Pastorale, Adamaoua (Cameroun)).....	88
3. Bourgoutière près du lac Débo (Mali) en octobre	116
4. Même bourgoutière fin avril	116
5. Dégradation sur sable avec micro-dunes à <i>Zornia glochidiata</i> (Sud d'Hombori, frontière Mali-Haute-Volta)	126
6. Dégradation sur limon argileux avec disparition du couvert herbacé et mort des ligneux (Ovest d'Hombori (Mali))	126
7. Fruits verts d' <i>Acacia seyal</i> broutés sur l'arbuste	128
8. Emondage en « parapluie » qui devrait être remplacé par une coupe franche avec limitation de l'abattage au quart des couronnes.....	128
9. Amélioration des techniques d'abreuvement aux mares en pays Borana (Sud Ethiopie)	136
10. L'eau de la mare est dérivée vers une rigole protégée des pattes par une diguette et des branchages éloignent le troupeau de la mare	136
11. Pâturage nord-soudanien à graminées annuelles et <i>Combretum glutinosum</i> (Ferlo (Sénégal))	151
12. Les résidus de récoltes sont rapidement consommés au passage des transhumants (Nord de Ségou (Mali))	151
13. Pâturage sud-soudanien très boisé, exploité en saison des pluies par des taurins Ndama (région de Kolda, Casamance (Sénégal)).....	154
14. En saison sèche, les troupeaux sont rassemblés dans les vallées ; ici, une dépression limono-argileuse à bourgou (région de Bougouni (Mali)).....	154
15. Pâturage guinéen préforestier sur sables et gravillons à <i>Hyparrhenia smithiana</i> et galeries forestières (ranch d'Abokouamékro (Côte-d'Ivoire)).....	165
16. Pâturage guinéen d'altitude sur sol profond à <i>Hyparrhenia diplandra</i> et <i>H. rufa</i> (Wakwa, Adamaoua (Cameroun))	165
17. Jeune pied d' <i>Harungana madagascariensis</i> croissant à l'ombre d' <i>Annona senegalensis</i> (région de Bouar (R. C. A.)).....	170
18. Fourré d' <i>Harungana</i> quelques années plus tard	170
19. Pâturage non aménagée sous vieux palmiers à huile (I. R. H. O., La Mé (Côte d'Ivoire))	174
20. Palmeraie à sous-bois gyrobroyé (I. R. H. O., La Mé)	174
21. Sans feu préalable, les troupeaux peuvent pénétrer peu à peu dans les hautes herbes en saison sèche (Wakwa (Cameroun))	180
22. Feu de contre-saison sur végétation exubérante, alimenté par les pailles de l'année précédente (août, ranch de Sipilou (Côte-d'Ivoire)).....	180

23. Récolte de bourgou par les piroguiers pour affouragement à l'auge en embouche paysanne (région de Gaya (Niger))	187
24. Culture de <i>Setaria sphacelata</i> exploitée en pâture tournante (Adiopodoumé (Côte d'Ivoire))	187
25. <i>Cajanus cajan</i> ou pois d'Angole ; légumineuse arbustive, utilisable sur talus anti-érosifs	192
26. <i>Andropogon gayanus</i> , graminée vivace des pâturages soudaniens utilisable en jachère fourragère	192
27. <i>Panicum maximum</i> ou herbe de Guinée est une bonne espèce fourragère en domaine guinéen	196
28. <i>Pennisetum purpureum</i> ou herbe à éléphant et ses variétés (<i>merckeri</i> , <i>kizosi</i>) fournit un fourrage à distribuer à l'auge	196

Imprimé en France. — Imprimerie JOUVE 17, rue du Louvre, 75001 PARIS
Dépôt légal : 3^e trimestre 1975
