

# Typologie, diagnostic et évaluation de la production fourragère des formations pastorales en Afrique tropicale

J. César

**L**e pâturage en Afrique se réduit encore actuellement, à l'exception de rares cas particuliers, aux parcours naturels. Ces parcours sont constitués par des steppes en région sahélienne (100 à 600 mm de précipitations) et par des savanes ou des jachères dans les régions soudanaises et guinéennes (de 600 à 1 600 mm).

Les conditions d'étude de ces pâturages diffèrent de celles des pays tempérés essentiellement par leur vaste étendue, l'opérateur étant souvent confronté à l'étude d'un pays entier ; il ne possède pas, comme en Europe, la maîtrise de la surface. Il est alors impossible d'aborder dans le détail la complexité des écosystèmes. L'étude des pâturages africains est conduite de deux façons : à grande échelle, la connaissance de la parcelle ou du pâturage est approfondie par des études de détail qualitatives et quantitatives. Ces travaux doivent toujours être replacés à l'échelle régionale par une typologie des formations à vocation pastorale. Dans la pratique, on commence généralement par la typologie.

---

## *MOTS CLÉS*

Afrique, biomasse, indicateur biologique, inventaire botanique, production fourragère, savane, steppe, structure de la végétation, zone tropicale.

## *KEY-WORDS*

Africa, bio-indicator, bio-mass, botanical inventory, forage production, savanna, steppe, tropical region, vegetation structure

## *AUTEUR*

Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux, 10, rue Pierre Curie, F-94704 Maisons-Alfort cedex

## 1. Typologie des formations végétales tropicales

Les premières études ont fait appel aux méthodes phytosociologiques classiques ou plus ou moins simplifiées et adaptées aux conditions du milieu tropical. La quasi-totalité des parcours sahéliens a ainsi pu être inventoriée, décrite et classifiée, il y a maintenant près de 20 ans (travaux de AUDRU, 1966 ; BOUDET, 1968 ; BARRY et BOUDET, 1983 ; GASTON, 1974, 1981 ; PEYRE DE FABREGUES, 1970 ; TOUTAIN, 1975, 1983 ...). En région soudano-guinéenne, les références sont moins nombreuses ; citons en Côte-d'Ivoire les travaux d'ADJANOHOUN (1964).

Actuellement, le pastoraliste a recours aux analyses multivariées qui, tout en confirmant les classifications antérieures, précisent les relations écologiques entre espèces et hiérarchisent les facteurs du milieu que l'on retrouve sur les axes de l'analyse factorielle. Sans s'étendre sur cette méthode bien connue des phyto-écologistes et largement répandue, donnons simplement deux exemples de typologie des pâturages tropicaux, l'un en zone sahélienne, l'autre en zone soudanaise.

### • La végétation de la République de Djibouti

Dans les pays désertiques, la répartition aléatoire des précipitations fait qu'il est pratiquement impossible de dresser, sur tout le territoire étudié, un réseau de relevés de végétation complets, incluant les espèces annuelles que l'on n'observe qu'après une pluie. Les relevés complets sont peu nombreux aux basses altitudes. Dans cet exemple, l'analyse factorielle des correspondances appliquée à ces relevés n'a pas permis le classement des steppes de plaines. Au contraire, en limitant les relevés aux plantes pérennes, il est possible de traiter un plus grand nombre de relevés. L'information est meilleure et la typologie plus détaillée. Les trois premiers axes expriment 10,5, 7,4, et 7,1 % d'inertie. On se limitera à l'interprétation du graphe des axes 1 et 3, qui est la plus intéressante (figure 1).

Les formations de montagne se répartissent le long de l'axe 1 en trois groupes homogènes : la forêt de conifères à *Juniperus procera* caractéristique des hautes montagnes (J), la forêt de feuillus des montagnes moyennes à *Terminalia brownii* (T) et les steppes des montagnes plus arides à *Acacia etbaica* (E). En deçà de l'axe 3 un petit groupe constitué par des formations de hauts plateaux (steppes succulentes) et de basses montagnes (S), qui possèdent encore un cortège d'orophiles, forme la transition avec la végétation des collines et des plaines. Celle-ci se répartit en deux blocs, les steppes sèches des collines à *Acacia mellifera* et *A. tortilis* ou *Rhigozum somalense* (C) et les formations plus humides des plaines à *Acacia tortilis* et *A. asak* (P). A l'opposé se situent deux relevés excentrés, déjà séparés sur l'axe 2, qui correspondent à une végétation de plateau aride (A).

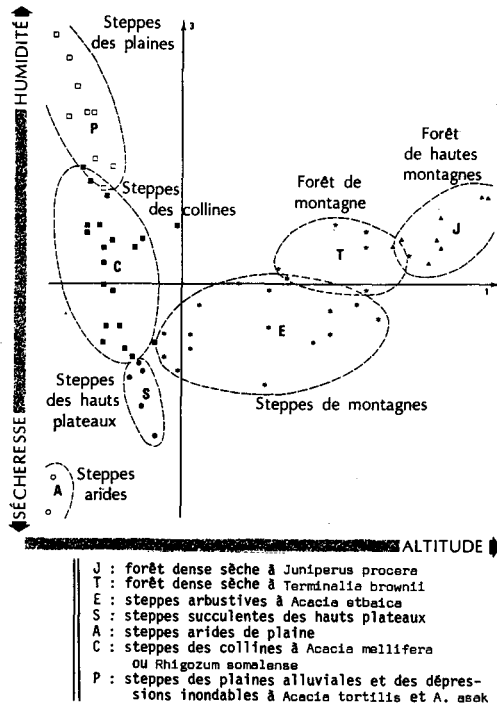


Figure 1

FIGURE 1 : Typologie en zone aride : la végétation de la République de Djibouti. L'analyse factorielle des correspondances classe la végétation en fonction de l'altitude (axe 1) et de l'humidité (axe 3)

FIGURE 1 : Arid region typology : vegetation of the Republic of Jibuti. The factorial analysis classifies the vegetation according to altitude (axis 1) and humidity (axis 2)

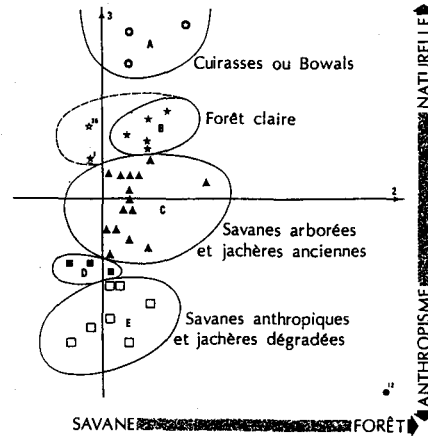


Figure 2

FIGURE 2 : Typologie en zone humide : la végétation du Nord de la Côte-d'Ivoire. Les axes 1 et 2 séparent les forêts denses des formations savaniques parcourues par le feu. La classification de ces dernières s'effectue le long de l'axe 3. Elle met en évidence l'importance de l'action anthropique dans la détermination de la végétation des savanes.

FIGURE 2 : Wet region typology : vegetation of Northern Ivory Coast. Axes 1 and 2 separate the dense forests from the fire-prone savanna communities. The letter are classified along axis 3. The importance of the effect of human activities is clearly shown in the determination of the savanna vegetation.

Ainsi, la signification des axes apparaît clairement. L'axe 1 exprime l'altitude et montre l'étagement de la végétation vers la droite du graphe. Les axes 2 et 3 représentent l'humidité, les ordonnées négatives indiquant la sécheresse. On remarque

que l'analyse sépare franchement les steppes arborées à *Acacia tortilis* et *A. asak* (représentées par des carrés blancs) des steppes arborées à *Acacia mellifera* et *A. tortilis* mais qu'elle regroupe ces dernières avec les steppes buissonnantes à *Rhigozum somalense* (ensemble des carrés noirs). Cette classification donne plus d'importance à l'écologie qu'à la physionomie de la végétation.

### • La végétation pastorale du nord de la Côte-d'Ivoire

On se situe ici au sud de la zone soudanaise. Le problème de la sécheresse ne se pose pas ; les relevés peuvent tous être traités simultanément et en totalité. Dans ces zones où les forêts coexistent avec les savanes, le premier axe isole toujours les formations forestières. Le second axe établit ici une partition entre les forêts ou les formations à dominance d'espèces forestières. Ainsi, la typologie des savanes s'effectue le long du troisième axe qui révèle que le facteur déterminant est l'anthropisme (figure 2).

Un premier groupe A en haut de la figure rassemble trois relevés effectués au sommet de buttes cuirassées et représente un faciès de savane parfaitement naturel, impropre à toute forme d'agriculture. Le groupe suivant (B) caractérise la forêt claire à *Isobertina doka*. Il s'agit encore de faciès très purs, probablement jamais cultivés, de même que le relevé 35 qui est une savane boisée à *Terminalia laxiflora* et *Isobertina doka* localisée sur un versant de colline et qui n'est pas cultivable. Le groupe C réunit des faciès de végétation boisée, souvent proches de la forêt claire, mais qui présentent des traces d'activité agricole ou pastorale, responsables d'un début de dégradation du tapis herbacé. Les trois relevés du groupe D représentent des formations arborées claires à *Daniellia oliveri* où l'activité agricole a transformé la strate herbacée de savane en une jachère ancienne à *Andropogon gayanus*. Enfin, le dernier groupe (E) au bas de l'axe 3 réunit les relevés où l'action de l'homme est la plus importante. La strate herbacée présente l'aspect d'une jachère jeune. La strate arborée est enrichie en karités (*Vitellaria paradoxa*) et en nérés (*Parkia biglobosa*), essences protégées par l'homme, et qui imposent à ces formations anthropiques leur physionomie de "savanes vergers".

Le classement de la végétation par l'axe 3 s'effectue donc en fonction de l'importance de l'action de l'homme. L'analyse révèle ainsi que, dans ce milieu agropastoral où l'activité agricole est importante, le principal facteur de différenciation de pâturages est l'anthropisme.

Ces deux exemples montrent que les bases de la typologie des pâturages tropicaux peuvent être très différentes d'une région à l'autre : humidité, altitude, anthropisme et bien d'autres facteurs qu'il n'est pas évident de déterminer a priori, d'où l'utilité d'analyser la végétation par une méthode statistique fiable.

## **2. Diagnostic à l'échelle de la parcelle**

Etant donné la vaste étendue et la grande diversité de la zone tropicale, il ne saurait être question d'aborder les problèmes de diagnostic sur l'ensemble de la zone ; on se limitera, dans ce qui suit, aux savanes soudano-guinéennes.

Un grand nombre de renseignements qui permettent de définir la qualité du pâturage se déduisent de la simple observation de la végétation de savane au moyen de critères qualitatifs. Le diagnostic se fait en deux étapes : l'étude physionomique et l'étude floristique.

### **L'étude physionomique**

Elle consiste à caractériser la structure de la strate herbacée et la stratification du peuplement ligneux.

#### **• Les strates ligneuses**

Le peuplement ligneux en savane est limité par :

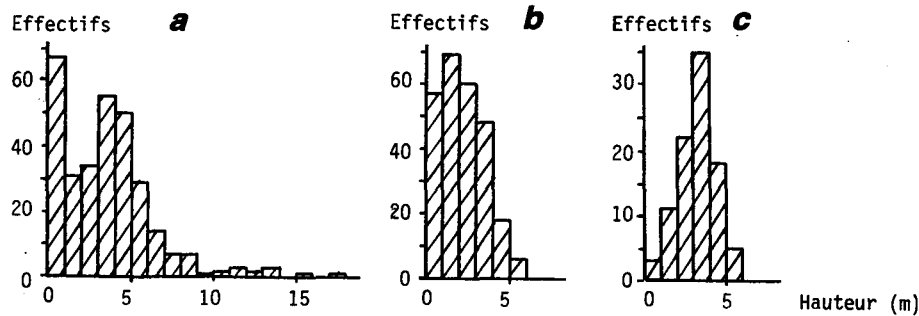
— La profondeur du sol : un sol peu profond reposant sur une cuirasse ou un affleurement rocheux ne peut porter de ligneux développés sans fissure dans la roche. 30 à 40 cm de sol sont nécessaires à l'installation de la savane arbustive, arborée ou boisée.

— L'hydromorphie : un horizon hydromorphe à faible profondeur empêche le développement de presque toutes les espèces de savane.

— Le feu : les ligneux sont les végétaux les plus sensibles au feu. Leur densité et leur richesse floristique décroissent à mesure que la strate herbacée plus productive fournit plus de combustible.

— La fertilité : sur les sols profonds, un dernier facteur influe sur la densité et la dimension des ligneux : la fertilité sur sol, car la vitesse de croissance d'un arbre lui est proportionnelle. Le long de la séquence des sols ferrugineux tropicaux qui sont majoritaires dans cette partie de l'Afrique, la fertilité décroît du sommet vers le bas de versant. On passe régulièrement de la savane arbustive en position basse à la savane boisée ou à la forêt claire en situation de plateau.

Lorsque la savane est régulièrement parcourue par les feux, l'écosystème est en équilibre et la structure démographique du peuplement ligneux de chaque unité de végétation reste stable. Elle présente un maximum d'individus dans les jeunes classes d'âge (figure 3).



**FIGURE 3 : Diagnostic à l'échelle de la parcelle : structure démographique du peuplement ligneux en classes de hauteur.** L'observation de la structure démographique du peuplement ligneux permet de déceler les dégradations provoquées par une ancienne activité pastorale : **a) savane naturelle en équilibre à espèces multiples** ; la structure bimodale est due au feu, **b) formation pâturée à embroussaillage récent par *Pericopsis laxiflora***, **c) formation pâturée à embroussaillage ancien par *Pericopsis laxiflora* sans régénération.**

**FIGURE 3 : Diagnosis on a plot scale : demographic structure of the trees according to height classes.** The observation of this structure shows the degradations following ancient pastoral practices : **a) balanced natural savanna with numerous species** ; the bi-modal structure is due to fire ; **b) grazed formation with recent encroachment by the shrub *Pericopsis laxiflora*** ; **c) grazed formation with ancient encroachment by *Pericopsis laxiflora*, without regeneration.**

Sous l'action du pâturage, la compétition entre herbacées et ligneux est rompue en faveur des ligneux. Les jeunes ligneux se multiplient, la savane s'embroussaïlle et change d'aspect. L'embroussaillage est souvent le fait d'une seule espèce ligneuse : celle qui trouve au moment de la rupture de l'équilibre les conditions écologiques optimales à son développement envahit brutalement le pâturage. Une fois installée et ne trouvant plus d'obstacle à sa croissance, elle empêche l'arrivée d'autres espèces et forme une strate uniforme monospécifique. Sur l'histogramme, une classe dominante apparaît, qui se déplace vers les classes de hauteurs plus grandes à mesure que la population vieillit.

Une telle structure de peuplement ligneux permet de déceler l'existence d'un surpâturage ancien et même de le dater approximativement par l'âge des ligneux dominants.

Dans les régions à activité agricole ancienne et intense, les savanes prennent une physionomie toute autre. Les fréquents défrichements pour la mise en culture ont éliminé la plupart des espèces ligneuses savaniques, à l'exception de certains arbres protégés pour leurs fruits tel que le karité (*Vitellaria paradoxa*) ou le néré (*Parkia biglobosa*). Les ligneux se limitent à une seule strate d'arbres adultes ; ces savanes anthropiques sont parfois appelées "savanes vergers".

### • La strate herbacée

La structure de la strate herbacée apporte d'autres renseignements. Les savanes en équilibre sont en principe constituées en grande majorité de graminées vivaces cespiteuses qui développent de larges touffes, mais ne couvrent qu'une faible partie de la surface (5 à 20%).

Le broutage, en favorisant le tallage, augmente le recouvrement au sol. La présence de talles plagiotropes caractéristiques est un indice d'une activité pastorale importante. L'excès de broutage provoque l'évolution inverse : régression des graminées vivaces au profit de graminées annuelles ou de diverses autres plantes. La structure de la végétation précise ainsi le passé de la parcelle et son état de dégradation. Elle renseigne aussi sur la qualité du pâturage qui dépend avant tout de la proportion de graminées vivaces. Des indications complémentaires sont fournies par la composition floristique.

### L'analyse floristique

L'analyse floristique doit être complète, car des espèces de très faible développement ont parfois un rôle indicateur important.

La strate herbacée et les strates ligneuses n'ont pas la même valeur. Par leur pérennité, les ligneux sont des indicateurs plus fidèles du climat et du sol. Au contraire, la strate herbacée rend mieux compte des variations locales du milieu, édaphiques ou microclimatiques, comme des variations temporaires dues à l'activité humaine.

Dans les zones anthropiques, les herbacées indiquent avec précision le stade éphémère de reconstitution, tandis que les ligneux reflètent bien souvent l'état initial de la végétation, ou sont le résultat de longues pratiques culturales et renseignent sur le passé agricole régional. Il n'est pas possible d'énumérer toutes les fonctions indicatrices des espèces botaniques tropicales ; on se limitera à quelques exemples typiques.

### • Les espèces ligneuses

#### • Caractères édaphiques

Aux espèces pélophiles (sols argileux) appartiennent : *Pseudocedrela kotschyi*, *Piliostigma thonningii* et plusieurs *Terminalia*. Alors que la première est strictement pélophile, se réfugiant sur les termitières dans les zones trop sableuses, *Piliostigma thonningii* croît sur tous les types de sol, mais il n'est dominant que sur les sols riches en éléments fins.

*Terminalia glaucescens* et *Terminalia laxiflora* sont fréquents sur les sols argilo-sableux, alors que *Terminalia macroptera* semble préférer les vertisols et les sols bruns des bas de versant des collines de roche basique.

D'autres espèces comme *Parinari curatellifolia*, *Hymenocardia acida* et plus au nord *Terminalia avicennioides* caractérisent les sols sableux. *Annona senegalensis* est une plante envahissante des terrains sableux en zone guinéenne. *Uapaca togoensis* a la même tendance en région soudanaise. *Pericopsis laxiflora* (syn. : *Afrormosia laxiflora*) abonde en terrain gravillonnaire et sur les cuirasses démantelées.

Certains arbres indiquent les sols salés. *Pandanus candelabrum* se rencontre en dehors de la zone maritime sur des terrains issus de roche basique, riches en sels de magnésium. Peu d'espèces ligneuses supportent l'hydromorphie (*Phoenix reclinata*, *Borassus aethiopum*, *Mitragyna inermis*). En revanche, beaucoup sont adaptées aux conditions de xéricité : affleurements rocheux, cuirasses (*Ficus* spp, *Hildegardia barderi*, *Landolphia heudelotii*, *Baissea multiflora*, *Combretum glutinosum*, *Combretum nigricans*), peut-être aussi parce qu'elles y trouvent un refuge contre le feu (*Fagara zanthoxyloides*, *Diospyros mespiliformis*, *Bombax costatum*).

#### • Changements climatiques

Le changement climatique observé depuis ces dernières années en Afrique de l'Ouest se traduit dans la zone humide par une baisse de la pluviosité de 200 à 300 mm en moyenne. Au cours de cette période, des espèces sahéliennes ont fait leur apparition, le long des voies de parcours du bétail. En 1984, on observait en Côte-d'Ivoire des exemplaires bien développés d'*Acacia seyal* dans la région de Niakaramandougou, de *Bauhinia rufescens* et *Piliostigma reticulata* à Bouaké, et de *Ziziphus mauritiana* jusqu'à Toumodi. Les semences de ces plantes sont assurément transportées par les animaux, mais leur possibilité d'installation en zone humide semble bien favorisée par le changement climatique.

#### • Caractères anthropiques

Un grand nombre d'espèces indiquent un état de dégradation de la végétation, post-cultural ou pastoral : *Securidaca longepedunculata*, *Detarium microcarpum*, *Securinega virosa*, *Lippia multiflora*.

Certaines ont une tendance nitrophile marquée et se développent à proximité des parcs à bétail : *Nauclea latifolia*, *Solanum torvum*, *S. verbascifolium*. La plupart de ces espèces anthropiques sont absentes des savanes "naturelles". A l'inverse, *Monoetes kerstingii* et *Protea elliotii*, qui ne se rencontrent jamais dans les formations perturbées, sont un bon indice de l'ancienneté d'une savane ou d'une forêt claire.

Les arbres de savane sont des pyrophytes qui résistent au feu. On rencontre pourtant aussi dans ce milieu des espèces sensibles ; elles se réfugient alors sur les anciennes termitières, sur les affleurements rocheux, parfois sur les cuirasses. *Diospyros mespiliformis* et *Fagara zanthoxyloides*, déjà citées, en sont deux bons exemples, ainsi que *Vitex doniana*, *Uvaria ovata* et beaucoup d'autres plantes forestières ou de lisière.



A l'opposé, dans les milieux forestiers denses qui ne brûlent normalement jamais, le développement de certaines plantes témoigne du passage de feux exceptionnels : *Tarchonanthus camphoratus* dans la forêt d'altitude d'Afrique orientale.

Les anciens sites de village, dont le sol est rendu stérile, restent longtemps protégés des feux. Il s'y développe une flore particulière où l'on rencontre fréquemment des espèces qui résistent mal au feu : *Anogeissus leiocarpus*, *Afraegle paniculata*, et des espèces introduites ou protégées par l'homme : *Cordia myxa*, *Adansonia digitata*, en région soudanaise, *Delonix regia* en région guinéenne.

## • Les espèces herbacées

### • Caractères édaphiques

Les affinités écologiques des herbacées sont souvent plus subtiles et plus délicates à déterminer.

Le caractère pélophile d'*Hyparrhenia rufa* est bien connu. A l'inverse, *Ctenium newtonii*, *Monocymbium ceresiiforme*, sont des plantes de sable. Le degré d'humidité du sol et l'hydromorphie se décèlent facilement par tout un cortège de Cypéracées des genres *Cyperus*, *Pycreus*, *Scleria*, *Rhynchospora*, *Fuirena*, par quelques dicotylédones typiques, *Sauvagesia erecta*, *Sopubia simplex*, *Micrargeria barteri*, et des graminées : *Loudetia* spp, *Setaria aurea* ..., mais pour la grande majorité des plantes de savane, les caractères écologiques sont difficiles à reconnaître, ou ne sont pas constants.

On observe très souvent des phénomènes de compensation de facteurs, qui n'existaient pas chez les ligneux. Ainsi, l'humidité édaphique peut être compensée par l'ombrage qui limite l'évaporation. Beaucoup d'espèces sciaphiles se rencontrent fréquemment à découvert, dans les savanes marécageuses : *Paspalum orbiculare*, *Schizachyrium platyphyllum*, parfois *Beckeropsis unisetata*. Inversement, une plante de bas-fond hydromorphe comme *Panicum fluviicola* croît aussi en savane boisée de plateau mais jamais dans les savanes héliophiles.

*Andropogon macrophyllus* exige un sol riche, soit en matière organique (crevasses d'accumulation organique au pied des rochers fracturés), soit en argile. Dans ce dernier cas, il supporte aussi bien les sols hydromorphes (vertiques) que les sols filtrants profonds.

On retrouve à peu près les mêmes espèces de graminées sur toute la gamme des sols ferrallitiques ou ferrugineux tropicaux de la zone soudano-guinéenne : *Hyparrhenia subplumosa*, *H. smithiana*, *Andropogon schirensis*, *A. chinensis* (syn. : *A. ascinodis*), *Schizachyrium sanguineum*. Toutes ces espèces ont une large amplitude écologique, les proportions seules variant d'une savane à une autre.

• Caractères anthropiques

Les espèces herbacées se révèlent particulièrement utiles pour mettre en évidence un déséquilibre provoqué par un facteur anthropique (culture, pâture) soit par un développement d'espèces nitrophiles, soit au contraire par l'apparition de plantes de terrains appauvris (adventices psammophiles).

— *Les plantes de parcours*

Les graminées des savanes sont souvent réparties en classes de valeur pastorale d'après leur productivité et leur appétibilité. Les plantes à bonne valeur pastorale sont broutées les premières et ont tendance à régresser au profit d'espèces moins appréciées, qui se multiplient. Plusieurs plantes permettent ainsi de reconnaître qu'une savane est parcourue par le bétail. *Panicum phragmitoides*, *Sporobolus pyramidalis*, *Spermacoce radiata*, *S. stachydea* sont assez rares en savane non exploitée. L'abondance de ces espèces est évidemment un indice de surpâturage ou de mauvaise gestion pastorale.

La présence d'autres plantes au caractère rudéral ou nitrophile plus accentué dénote un stade plus avancé de dégradation par les troupeaux. Ce sont *Tridax procumbens*, *Acanthospermum hispidum*, *Dactyloctenium aegyptium*. A ce stade, les graminées de savane ont déjà en grande partie disparu. Lorsque l'accumulation de matière azotée se poursuit, le parcours est envahi par de véritables nitrophiles.

— *Les plantes nitrophiles*

Elles fréquentent aussi bien les parcs de stationnement du bétail que les dépôts d'ordure ménagère autour des villages. La liste de ces espèces serait trop longue à énumérer ; citons seulement les genres *Amaranthus*, *Sida*, *Cassia* et la graminée *Eleusine indica*.

— *Les indicateurs d'épuisement*

L'envahissement de la savane par des dicotylédones ou par des plantes annuelles (*Indigofera*, *Tephrosia*, *Spermacoce*) est un signe de déséquilibre défavorable aux graminées. S'il s'agit d'un envahissement par des légumineuses, une carence en azote est à craindre. Ce déséquilibre peut être temporaire, à la suite d'une pression de pâture un peu trop forte ou simplement d'une saison climatique défavorable ayant limité la fixation atmosphérique. Il peut être définitif sur les terrains sableux épuisés par des cycles culturels rapprochés. La savane est envahie par des espèces de sol appauvri, *Ctenium newtonii*, *Elionurus ciliaris*, *Aristida kerstingii*, *Loudetia togoensis* ou *Loudetia bordeiformis*. Les deux dernières sont dominantes sur les sables lessivés.

Dans les cas extrêmes d'épuisement du sol, on voit apparaître des plantes d'autres zones climatiques. Les jachères et les zones dégradées dans la région de

Korhogo ou de Bouna s'enrichissent de nombreuses espèces sahéliennes, *Cymbopogon schoenanthus*, *Cleome monophylla*, *Tribulus terrestris*, *Cenchrus biflorus*, *Cassia nigricans*, *Ambrosia maritima*. L'épuisement du sol joue donc un rôle comparable à l'aridité du climat.

— *Les plantes post-culturales*

Les espèces post-culturales et de jachère sont nombreuses. Il y a lieu de distinguer parmi elles les plantes rudérales d'origine forestière, telles que *Ageratum conyzoides*, *Ipomea involucrata*, qui indiquent un milieu soit plus humide, soit plus argileux.

Les plantes post-culturales de la zone des savanes peuvent être séparées en adventices et plantes de jachère. Les adventices s'installent dans la culture et subsistent peu de temps après l'abandon de la parcelle. Ce sont des plantes de petite dimension, souvent annuelles : *Oldenlandia corymbosa*, *Euphorbia hirta*, *Eragrostis* spp., *Digitaria* spp. etc. Ces espèces peuvent indiquer un fort épuisement du sol, ou une dégradation par le pâturage lorsqu'elles se maintiennent longtemps après l'abandon de la culture. Les plantes caractéristiques des jeunes jachères sont *Pennisetum subangustum*, *P. polystachyon*, *Imperata cylindrica*, parfois *Rhynchelytrum repens*. Les jachères anciennes de savanes sont toutes dominées par une excellente plante fourragère, *Andropogon gayanus*. L'abondance d'*Andropogon gayanus*, la taille de ses touffes, renseignent sur l'âge de la jachère. Sous le climat de la Côte-d'Ivoire, *Andropogon gayanus* finit toujours par disparaître quand la savane se reconstitue, concurrencé par les graminées savaniques *Hyparrhenia* spp., *Andropogon ascinodis*, *Andropogon schirensis*. En Côte-d'Ivoire, la présence d'*Andropogon gayanus* dans une savane est toujours l'indice d'une mise en culture ancienne.

Ainsi, l'examen complet de la composition floristique apporte aussi de nombreuses informations, tant sur la valeur pastorale que sur l'historique de la formation. L'ensemble permet une bonne caractérisation de la qualité du pâturage. Mais l'approche quantitative, dans le but d'évaluer la productivité, demande d'autres méthodes.

### 3. Evaluation de la production fourragère

Les savanes sont des formations herbacées adaptées aux feux périodiques. Lorsque l'écosystème est en équilibre, la part consommée par les mammifères herbivores est faible (LAMOTTE, 1983), l'essentiel de la production herbacée aérienne est brûlé. C'est pourtant dans ces conditions que l'évaluation de la production fourragère est faite la plupart du temps. Elle s'appuie alors sur un seul prélèvement, la biomasse maximale de fin de cycle.

Lorsque la savane est exploitée par le bétail, l'herbe est broutée périodiquement, le rythme de production est bouleversé. Une approche meilleure de la productivité fourragère consiste alors à mesurer la production des repousses après broutage ou après coupes répétées. La méthode est plus précise mais elle exige un travail de terrain plus important.

Comment varie la production dans chacun de ces deux cas ?

### La biomasse de la savane naturelle

La biomasse maximale qui apparaît en fin de saison pluvieuse sur le graphe du cycle de la biomasse (figure 4) dépend de nombreux facteurs ; les trois principaux sont le climat, le sol et le peuplement ligneux.

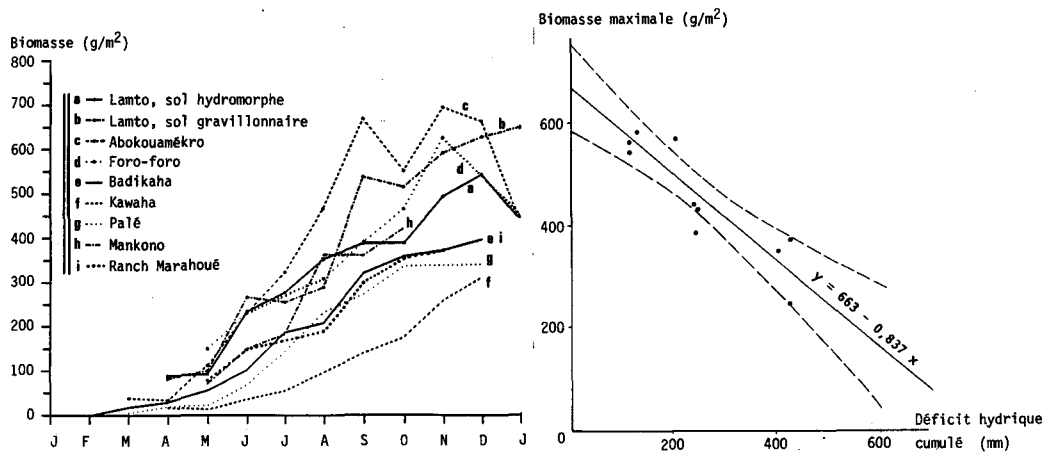


Figure 4

FIGURE 4 : Cycle de la biomasse dans les savanes de Côte-d'Ivoire. Le maximum se produit en fin de saison des pluies (novembre-décembre). La biomasse est plus élevée en climat guinéen à deux saisons des pluies (a-d) qu'en climat soudanien à saison pluvieuse unique (e-i).

FIGURE 4 : *Bio-mass cycle in the Ivory Coast savannas, with maximum production at the end of the rainy season (November-december). The bio-mass is higher in Guinea region with 2 rainy seasons (a-d) than in the Sudanic regions where there is but one rainy season (e-i).*

Figure 5

FIGURE 5 : La biomasse maximale ne dépend pas de la pluviosité totale mais de la répartition des pluies : une bonne corrélation est obtenue avec le déficit hydrique cumulé de février à mai ( $r = -0,90$ ) ; en pointillés : limites de sécurité de la droite de régression au seuil de 0,05.

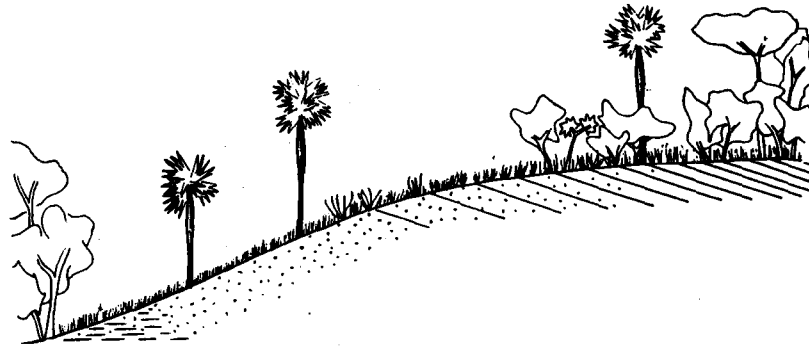
FIGURE 5 : *The maximum bio-mass does not depend on the total rainfall, but on its distribution : there is a good correlation with the cumulated water deficit from February to May ( $r = -0,90$ ) ; dotted lines : security limits of the regression lines for probability 0.05.*

• Le climat

A peu près corrélée au total des pluies en région sèche, selon de nombreux auteurs (BREMEN et al., 1979-1980 ; WALKER 1974...), la biomasse maximale dépend plus en région humide de la répartition des pluies et de l'évapo-transpiration que de la pluviosité annuelle. Une bonne relation existe avec le déficit hydrique (pluviosité - ETP) mensuel cumulé (CESAR et HAVET, 1986 ; figure 5).

• Le sol

Les sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux issus de granite qui sont dominants en Afrique de l'Ouest présentent un gradient de fertilité lié à la texture : le taux d'éléments fins augmente du bas de versant vers le plateau.



Topographie	Bas de pente	Mi-pente inférieure	Mi-pente supérieure	Haut de pente	Plateau
Végétation	savane herbeuse	savane herbeuse	savane herbeuse	savane arbustive claire	savane boisée
Sol	sableux hydromorphe	sableux	sableux	sablo-argileux ocre jaune	sablo-arg. ocre rouge
Biomasse (g/m <sup>2</sup> )	937	663	732	578	238

FIGURE 6 : La biomasse herbacée est très liée au sol : maximale en bas de pente où elle bénéficie d'une meilleure alimentation hydrique, elle respecte le gradient de fertilité le long de la pente, mais elle diminue en situation de haut de pente et de plateau où elle subit la concurrence des strates ligneuses favorisées par un sol plus fertile.

FIGURE 6 : There is a strong linkage of the grass bio-mass to the soil ; the highest amount is to be found at the foot of the slopes, where water supply is best ; it agrees with the fertility gradient along the slopes and decreases at the top and on the plateau, where there is competition from the trees and shrubs favoured by the more fertile soil.

Ce gradient de fertilité joue d'abord sur les végétaux ligneux. En leur procurant une plus grande vitesse de croissance, il leur assure une probabilité de réussite supérieure, aussi les savanes de plateau et de haut de pente sont-elles plus boisées que celles de bas de versant (figure 6).

Le gradient est respecté pour la strate herbacée, tant que les strates ligneuses sont peu développées. En situation haute, la strate herbacée subit la concurrence des strates ligneuses et sa biomasse diminue fortement. Le gradient est par contre inversé en bas de versant où l'on observe la biomasse la plus élevée par suite d'une meilleure alimentation hydrique.

### • Le couvert ligneux

L'influence des strates ligneuses sur la biomasse herbacée est donc importante. Les ligneux agissent de deux façons : par compétition trophique au niveau du système racinaire et en réduisant la photosynthèse par l'action de l'ombre.

Lorsque le couvert ligneux est irrégulier, comme c'est le cas de toutes ces savanes boisées, il est difficile de relier la biomasse herbacée en un point précis à une expression du couvert ligneux environnant. Il est possible en revanche de relier la biomasse à l'éclairement reçu par la strate herbacée. L'éclairement est mesuré au moyen d'un luxmètre et exprimée en % de l'éclairement total. La relation est repré-

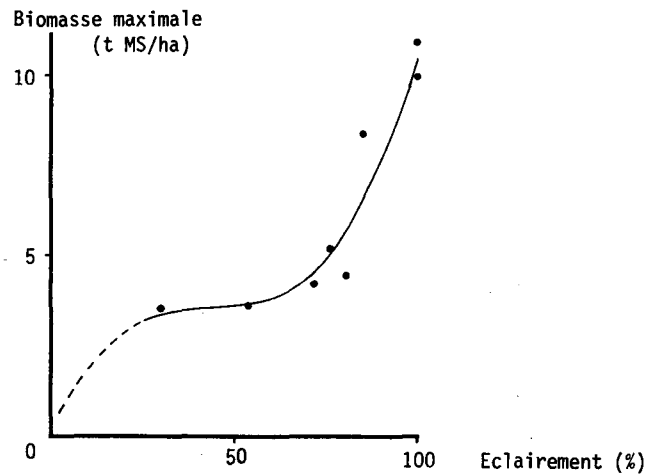


FIGURE 7 : La biomasse herbacée varie avec le couvert ligneux : La biomasse maximale diminue avec l'éclairement reçu par la strate herbacée, exprimé en % de l'éclairement total.

FIGURE 7 : *The grass bio-mass varies with the tree canopy : its maximum decreases with the amount of light reaching the grass layer, expressed as % of total incident light.*

sentée figure 7. La biomasse décroît rapidement entre 100 et 70%, puis tend à se stabiliser entre 70 et 30% d'éclaircissement.

Les trois facteurs, climat, sol, couvert ligneux ont pu être réunis dans une même équation de régression obtenue à partir de données recueillies dans les savanes soudano-guinéennes de Côte-d'Ivoire :

$$B = 803 - 0,717 h - 3,06 S - 3,82 C \quad R = 0,966$$

Dans cette équation, B exprime la biomasse maximale en g/m<sup>2</sup>, h le déficit hydrique de février à mai en mm, S le pourcentage de sable grossier et C le recouvrement des grands arbres en %.

### La production fourragère de la savane exploitée

Lorsque la savane est exploitée, la production fourragère consommable par les animaux est assimilable à la production des repousses après broutage, ou après coupe suivant un rythme de fauche compatible avec une bonne valeur nutritive de l'herbe (figure 8). La production de repousse varie beaucoup suivant la saison.

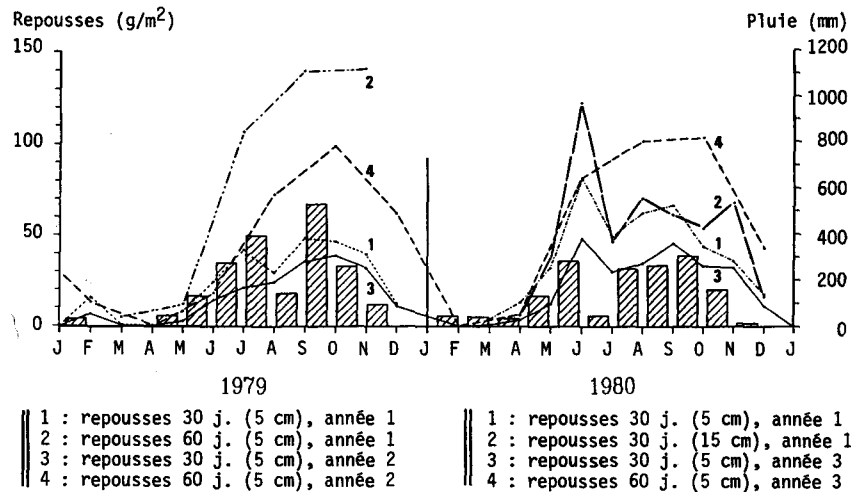


FIGURE 8 : Le cycle de production des repousses en savane exploitée est très lié à la pluviosité ; la production fourragère est mesurée par la production des repousses après coupes répétées, suivant une périodicité de 30 ou 60 jours, une hauteur de coupe de 5 ou 15 cm et selon l'année d'exploitation (région de Badikaha, Côte-d'Ivoire).

FIGURE 8 : The cycle of re-growth production in the savannas is tightly linked to rainfall ; forage production measured in amounts of aftermath growths after repeated cuts, with 30 or 60 days intervals, at 5 or 15 cm heights, and according to year (Badikaha region, Ivory Coast).

### • Influence de la pluviosité mensuelle

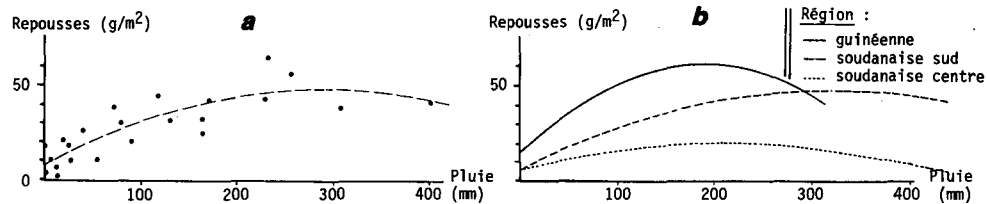


FIGURE 9 : La production des repousses dépend de la pluviosité reçue pendant la période de croissance. a) région de Mankono ( $R = 0,84$ ) ; la relation n'est pas linéaire, la production maximale n'est pas obtenue avec les plus fortes pluies, mais avec une pluviosité bien inférieure ; b) la corrélation varie suivant les climats

FIGURE 9 : *Aftermath growth depends on rainfall during growth period : a) Mankono region ( $R = 0.84$ ) ; the relationship is not linear, and the maximum is not obtained with the heaviest rainfalls, but with quite lower rainfalls ; b) the correlation depends on the climate.*

La figure 9 exprime la production de repousses en fonction de la pluviosité reçue pendant la période de croissance. La production maximale n'est pas obtenue pour le maximum de précipitations, mais pour une précipitation bien inférieure, ce qui met en évidence un effet dépressif des fortes pluies.

En comparant les courbes moyennes de trois zones climatiques (figure 9b), il apparaît que l'effet de la zone est considérable : à pluviosité égale, entre 0 et 300 mm, la production de repousses est bien supérieure en région guinéenne humide. De telles différences doivent être attribuées, en grande partie, à l'évapo-transpiration. La corrélation entre la production maximale des repousses et l'ETP est en effet négative et hautement significative.

### • Influence du potentiel de production

Indépendamment des conditions macroclimatiques, la production des repousses reste liée au sol, à la topographie et aux autres facteurs du milieu qui déterminent la biomasse maximale. Il existe ainsi une bonne corrélation entre la production des repousses et la biomasse maximale de fin de cycle (figure 10). Remarquons que les points sont tous, à l'exception d'un seul, situés sous la droite  $y = x$  pour laquelle les repousses sont égales à la biomasse. En zone guinéenne, la production de repousses représente environ les 3/4 de la biomasse maximale, alors que pour la plupart des données de la zone soudanaise, elle équivaut approximativement à la moitié de la biomasse maximale.



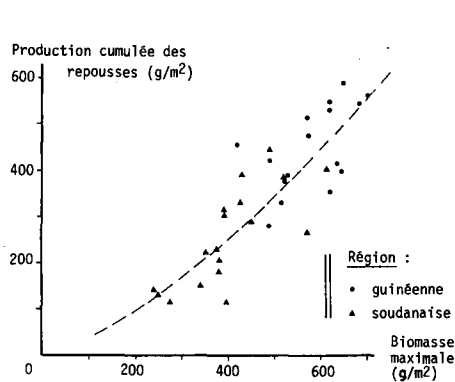


Figure 10

FIGURE 10 : La production fourragère est directement liée au potentiel de productivité de la savane : la production fourragère, exprimée par la production cumulée des repousses de 30 jours est assez bien corrélée à la biomasse maximale ( $y = 0,05 x^{1,42}$  ;  $R = 0,85$ ) qui est la meilleure expression du potentiel de productivité de la savane.

FIGURE 10 : *There is a direct relationship between forage production and the potential productivity of the savanna. The cumulated growth during 30 days is rather well correlated with the maximum bio-mass ( $y = 0.05 x^{1.42}$  ;  $R = 0.85$ ), which expresses best the productivity of the savanna.*

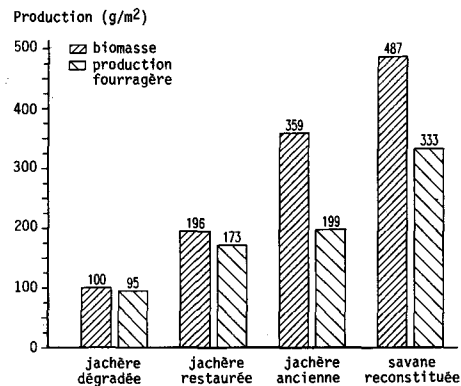


Figure 11

FIGURE 11 : La production fourragère décroît avec l'état de dégradation du pâturage. La biomasse maximale et la production fourragère ont été mesurées dans 4 formations de la région de Korhogo : jachère dégradée, jachère restaurée par 4 ans de mise en défens, jachère ancienne non dégradée et savane reconstituée.

FIGURE 11 : *The forage production decreases with increasing pasture degradation. Maximum bio-mass and forage production were measured in 4 plant communities of Korhogo region : degraded fallow, fallow restored by 4 year-exlosure, old non-degraded fallow, reconstituted savanna.*

### • Influence de l'état de dégradation

Les résultats présentés jusqu'ici ont été établis sur des savanes peu exploitées et en bon état. La surexploitation pastorale provoque la dégradation des parcours et en particulier la régression de l'horizon humifère (CESAR, 1989). Parallèlement, la multiplication des surfaces cultivées, la réduction de la durée des jachères, parfois l'intensification agricole, contribuent à abaisser la fertilité du sol (PIERI, 1989) et de ce fait le potentiel de production du pâturage naturel.

Le graphique de la figure 11 représente la biomasse maximale et la production fourragère (mesurée par la production cumulée des repousses après coupe) dans plusieurs formations pastorales de la région de Korhogo, dans le nord de la Côte-d'Ivoire (CESAR et ZOUMANA, 1990). Par rapport à la savane reconstituée, une jachère

ancienne située dans une zone où l'activité agricole n'est pas excessive présente une biomasse inférieure de 26%.

En zone à forte densité de population, une jachère dégradée sur sol épuisé a une biomasse presque 5 fois plus faible. La restauration de cette jachère, par 4 ans de mise en défens, provoque une certaine remontée de la productivité, mais cette dernière reste encore très inférieure à celle de la jachère ancienne. Les écarts sont toutefois moindres avec les productions fourragères, ce qui traduit une réelle adaptation des plantes au rythme rapide d'exploitation dans les jachères dégradées.

## Conclusion

La connaissance de la parcelle s'établit en deux étapes :

— le **diagnostic**, résultant de la caractérisation physionomique et floristique du pâturage peut être réalisé instantanément, mais il ne donne pas d'indication précise sur la productivité de la formation ;

— l'**évaluation quantitative** qui a pour objet la mesure du potentiel de productivité nécessite un minimum de mesures de terrain soit pendant toute la durée du cycle végétatif, soit en fin de production pour la détermination de la biomasse maximale. C'est un travail plus long, nécessitant le passage à l'étuve et la pesée d'échantillons prélevés suivant un dispositif randomisé et qu'il est souhaitable de réitérer plusieurs années pour apprécier l'ampleur des variations interannuelles.

La productivité de la strate herbacée dépend alors de 4 grands facteurs : le climat, le sol, le couvert ligneux et le degré de dégradation. Mais, lorsque la productivité fourragère est connue, il reste à définir les conditions d'exploitation permettant d'assurer le maintien de cette production.

La végétation de savane est, dans les conditions naturelles, adaptée aux feux périodiques. Le remplacement partiel ou total du feu par le broutage qu'implique l'exploitation pastorale entraîne la rupture de l'équilibre biologique de l'écosystème savane. Si un nouvel équilibre n'est pas atteint et préservé grâce à une gestion appropriée, l'ensemble évoluera rapidement vers des dégradations catastrophiques et bien souvent irréversibles.

Le maintien de l'équilibre dépend en fait beaucoup plus du mode de gestion des parcours que de la charge qu'ils supportent. La mise en place d'une gestion pastorale adaptée, prévoyant des périodes de repos et l'usage de feux régulateurs est le seul garant de la pérennité de la production pastorale en région de savane.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.,  
"La prairie permanente : typologie et diagnostic",  
les 25-26 avril 1990.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADJANOHOUN E. (1964) : *Végétation des savanes et des rochers découverts en Côte-d'Ivoire*, mémoire ORSTOM n°7, Paris, 178 p.
- AUDRU J. (1966) : *Etude des pâturages naturels et des problèmes pastoraux dans le delta du Sénégal. Définition d'une politique de l'élevage*, IEMVT, Maisons-Alfort, étude agrostologique n°15, 2 vol., 359 p. + carte h.t.
- BARRY J.P., BOUDET G., BOURGEOT A., CELLES J.C., COULIBALY A.M., LEPRUN J.C., MANIERE R. (1983) : *Etude des potentialités pastorales et de leur évolution en milieu sahélien au Mali*, A.C.C.-GRIZA.-LAT., 116 p.
- BOUDET G. (1968) : *Pâturages naturels de haute et moyenne Casamance*, IEMVT, Maisons-Alfort, 180 p.
- BREMAN H., CISSE A.M., DJITEYE M.A., ELBERSE W.T. (1979-1980) : "Pasture dynamics and forage availability in the Sahel", *Israel J. of Botany*, 28:227- 251.
- CESAR J. (1989) : "L'influence de l'exploitation sur la pérennité des pâturages de savane.II. Rôle du système racinaire dans la dégradation du pâturage", *Fourrages*, 120, 383-392.
- CESAR J. (1990) : *Etude de la production biologique des savanes de Côte-d'Ivoire et de son utilisation par l'homme. Biomasse, valeur pastorale et production fourragère*, thèse de Doctorat de l'Université Paris 6, spécialité : sciences naturelles, 642 p.
- CESAR J., FORGIARINI G. (1987) : "Les pâturages naturels en Afrique orientale sèche - La République de Djibouti", *Terroirs pastoraux et agropastoraux en zone tropicale - Gestion, aménagements et intensification fourragère*, AUDRU et coll. éd., *Etudes et synthèses de l'IEMVT*, Maisons-Alfort, n°24 : 103-138.
- CESAR J., FORGIARINI G. (1988) : *Végétation pastorale et cartographie de l'occupation du sol dans le Nord de la Côte-d'Ivoire*, Maisons-Alfort, IEMVT, 72 p.
- CESAR J., HAVET A. (1986) : "Influence du climat et du sol sur la production herbacée des savanes", *Rev. Elev. Med. vét. Pays trop.*, 39 (3-4):453-461.
- CESAR J., ZOUMANA C. (1990) : *Le rôle des jachères et des cultures fourragères dans le maintien de la fertilité des terres*, rencontres internationales "Savane d'Afrique, terres fertiles", Montpellier, CIRAD, 24 p.
- GASTON A. (1974) : *Etude agrostologique des pâturages du projet Assale-Serbewel*, IEMVT, Maisons-Alfort, étude agrostologique n°41, 143 p. + carte et notice 12 p.
- GASTON A. (1981) : *La végétation du Tchad (Nord-Est et Sud-Est du Lac Tchad). Evolution récente sous des influences climatiques et humaines*, thèse, Université Paris, 333 p. + carte H.T. au 1/100 000.
- LAMOTTE M. (1983) : "Research on the characteristics of energy flows within natural and man-altered ecosystems", *Disturbance and ecosystems*, MOONEY H.A. et GODRON M. éd., Berlin, Springer-Verlag, *Ecological studies*, n°44, 48-70.
- PEYRE DE FABREGUES B. (1970) : *Pâturages naturels sahéliens du Sud Tamesna (République du Niger)*, IEMVT, Maisons-Alfort, étude agrostologique n°28, 200 p. + carte H.T.
- PIERI C. (1989) : *Fertilité des terres de savanes*, Ministère de la Coopération/CIRAD-IRAT, 445 p.

- TOUTAIN B. (1975) : *Etude et cartographie des pâturages de l'O.R.D. du Sahel et de la zone de délestage au Nord-Est de Fada N'Gourma*, rapport de fin de première campagne, IEMVT et Rép. de Haute-Volta, Ministère du Plan, du développement rural, de l'Environnement et du Tourisme, 11 p., 1 carte.
- TOUTAIN B., BORTOLI L., DULIEU D., FORGIARINI G., MENAUT J.C., PIOT J. (1983) : *Espèces ligneuses et herbacées dans les écosystèmes pâturés sahéliens de Haute-Volta. Synthèse des résultats du programme*, A.C.C. GRIZA (LAT. Groupe de recherches interdisciplinaires en zones arides, 124 p.
- WALKER B.H. (1974) : "Ecological considerations in the management of semi-arid ecosystems in south central Africa", *Proc. 1st. Int. Cong. of Ecology*, Wageningen, 124-129.

### RÉSUMÉ

A l'échelle régionale, l'analyse factorielle des correspondances est une méthode applicable à la typologie des pâturages tropicaux. Deux exemples sont donnés, l'un en zone sèche sahélienne, l'autre en zone humide soudano-guinéenne.

A l'échelle de la parcelle, un premier diagnostic peut être obtenu à partir de l'observation précise de la végétation : la structure des peuplements ligneux et herbacés apporte de précieux renseignements sur les activités humaines tandis que l'étude floristique permet de caractériser l'écologie grâce aux nombreux indicateurs botaniques. Quelques exemples sont donnés.

L'évaluation quantitative de la production fourragère exige des techniques expérimentales plus longues et délicates. La productivité herbacée exprimée soit par la biomasse maximale, soit par la production des repousses, peut être reliée au climat, au sol, au couvert ligneux et à l'état de dégradation de la pâture. Mais quelle que soit la précision du diagnostic, la pérennité de l'herbage ne peut être assurée que par une gestion pastorale stricte et bien adaptée.

### SUMMARY

#### *Typology, diagnosis and evaluation of the forage production of pastoral plant communities in tropical Africa*

On a regional scale, the factorial analysis of correspondences can be applied to the typology of tropical pastures. Two examples are given, one from the dry Sahel region, another from the wet Sudan-Guinea region.

On a plot scale, a rough diagnosis can be made from a precise observation of the pasture sward : the structure of the tree and herb populations gives valuable indications on human activities, while a floristic study can be used to characterize the ecological factors thanks to the numerous indicator species. A number of examples are given.

A quantitative evaluation of the forage production demands lengthier and more refined experimental techniques. The grass productivity is expressed either by the maximum bio-mass or by the amounts of re-growth, and can be related to the climate, the soil, the tree canopy or the state of degradation of the pasture. In any case, however precise the diagnosis, the persistency of the pasture can be secured only by a strict and well adapted management.