Une méthode d'étude et de cartographie des pâturages tropicaux

par G. BOUDET et F. BAEYENS

P. MAINGUY (22) concluait en 1958, dans une revue synoptique des méthodes d'étude des pâturages tropicaux : « Nous ne disposons à l'heure actuelle, d'aucune méthode pratique, éprouvée,... un effort d'organisation et de standardisation des méthodes de travail est indispensable. Il serait impensable de laisser chaque technicien travaillant isolément improviser ses méthodes de prospection. »

Sans aller jusqu'à préconiser une méthode de travail officielle, nous exposons les techniques, qui bien qu'encore perfectibles, sont actuellement employées à l'I. E. M. V. T., techniques élaborées peu à peu au cours de nos travaux, en tenant compte des problèmes rencontrés et des publications effectuées par d'autres chercheurs.

L'étude des pâturages tropicaux peut être décomposée en une phase analytique comprenant l'inventaire détaillé de la végétation et l'appréciation de sa valeur bromatologique et, une phase synthétique où les types de pâturages sont décrits, leur valeur fourragère spécifiée et leur répartition précisée par cartographie.

A. — PHASE ANALYTIQUE

INVENTAIRE DE LA VÉGÉTATION

a) Travaux antérieurs.

La plupart des chercheurs travaillant en station ont étudié les pâturages par enclos. Cette méthode donne une appréciation valable de la parcelle.

J. PAGOT et Coll. (25 et 10) utilisent à partir de 1954 des méthodes de comptages systématiques au Centre de recherches zootechniques de Bamako-Sotuba.

Les strates arbustives et arborées y sont généralement denses dans les pâturages naturels et les auteurs étudient séparément espèces herbacées et espèces ligneuses.

L'étude de la strate herbacée est particulièrement approfondie et la « méthode des carrés » est adoptée. La parcelle est parcourue suivant des lignes parallèles espacées de 25 à 50 m et tous les 25 ou 50 m, les plantes incluses dans un cadre en bois de 50 cm de côté sont identifiées et dénombrées.

L'espacement des prises est calculé de façon à obtenir un minimum de 5 prises à l'hectare.

Dans les pâturages débroussés et les jachères, la « méthode du pied » est également utilisée. Le pâturage est parcouru suivant des lignes espacées de 10 à 20 m et tous les 10 ou 20 m, les plantes recouvertes par le pied sont identifiées et dénombrées. La surface inventoriée représente 3 dm^2 environ et un minimum de 25 prises à l'ha est nécessaire.

F. MONNIER (23) utilise en 1959 la « méthode des lignes d'interception », à la station de Wakwa dans l'Adamaoua camerounais. A la fin de la saison des pluies, 40 lignes de 5 m sont réparties au hasard sur des enclos dont la surface varie de 3 à 10 ha.

Les individus d'espèces appétées et inappétées sont relevés le long d'un câble et la largeur de la touffe est mesurée au ras du sol. Le tout, exprimé en pourcentage, donne la fréquence relative et le pourcentage de couvert de base de chaque espèce.

Les chercheurs travaillant en régions non aménagées ont utilisé des techniques plus extensives. O. BRÉMAUD (30) préconise en 1956, une méthode de prospection centrée sur les points d'eau, pour l'étude des pâturages mauritaniens. Un premier prélèvement a lieu aux abords du puits puis 3 prélèvements espacés de 5 km sont répartis sur les axes des 4 points

Rev. Elev. Med. vét. Pays trop., 1963, **16**, n° 2.
Reçu pour publication : juin 1963.

cardinaux. Pour chaque lieu de prélèvements, les espèces herbacées, arbustives et arborées sont identifiées et le type de pâturage défini : dune, reg, plaine, bas-fond argileux...

Très vite, les chercheurs étudient les formations végétales pâturables en fonction de leurs caractères écologiques. En 1940, J. TROCHAIN (31) classe les steppes et savanes du Sénégal en tenant compte des caractères climatiques : pluviosité, température, insolation ; et des caractères édaphiques : pH, texture, structure, perméabilité des sols.

En 1945, R. SCHNELL (29) travaillant en zone de forêt dense, distingue dans les monts Nimba de Guinée, des savanes édaphiques sur cuirasse ayant pour origine un lessivage continuel dû à l'action répétée des déboisements et des feux courants, et des savanes sur argiles de bas-fonds s'installant après démantèlement de la cuirasse par l'érosion, et pouvant retourner à la forêt par suite de la suppression des feux courants.

B. HAVARD-DUCLOS (16), classe en 1952, les pâturages tropicaux d'après les sous-climats, les formations végétales et la nature des sols sous-jacents.

H. JACQUES-FÉLIX (17) accentue en 1956, le caractère écologique de sa classification des herbages. Les facteurs écologiques dominants y déterminent les grandes divisions : herbages anthropiques en climax forestier, herbages édaphiques en climax forestier sur sols sableux ou cuirassés ; herbages climatiques des steppes.

R. PORTÈRES (26), étudie en 1956, les prairies des plateaux sableux de la basse Côte d'Ivoire par relevés d'aires minimales et classe les espèces rencontrées en espèces indifférentes, espèces de groupement associatif, espèces d'alliance et espèces d'ordre. Il définit également 3 faciès édaphiques caractérisés par le degré d'abondance de certaines espèces.

P. MAINGUY (22) pense en 1958 qu'il faut avant tout préciser les types de pâturages en « unités biologiquement significatives », l'individu d'association étant l'unité d'étude idéale pour l'échantillonnage.

BOUDET et DUVERGER (2), étudient en 1958-59 les pâturages sahéliens par relevés phytosociologiques. L'unité d'étude est caractérisée, par sa physionomie, son homogénéité floristique, sa situation topographique, ses caractéristiques pédologiques et le plus souvent possible, la nature géologique de la roche-mère.

Les espèces végétales présentes sont identifiées et dénombrées de façon approximative par dm^2, m^2, 4 m^2, 100 m^2, ou pour l'ensemble du relevé, et le dénombrement est évalué pour la surface du relevé. L'importance relative des espèces est exprimée par l'*abondance*, ou nombre d'individus, et par la *dominance*, ou pourcentage de recouvrement des couronnes foliaires.

L'aire des échantillons étudiés varie selon les types, de 100 m^2 à l'ha. Ce n'est pas une aire minimale au sens phytosociologique, mais l'expérience conduit les auteurs à définir, comme surface du relevé, la surface englobant toutes les espèces ligneuses du groupement végétal étudié.

La synthèse des relevés par tableaux, permet d'affecter un coefficient de présence, à chaque espèce du type de pâturage. L'abondance est exprimée par un nombre moyen d'individus à l'ha et la dominance par un pourcentage de recouvrement moyen. Les espèces sont réparties d'autre part en groupes écologiques, la prédominance de l'un d'eux caractérisant le type de pâturage.

Les caractères écologiques du type de pâturage sont d'ailleurs précisés par la situation topographique et les caractères hydriques et pédologiques des individus de groupements rattachés à ce type.

M. MOSNIER (24) utilise également cette méthode en 1959-1960 dans la région de Kaédi.

Etudiant en 1960-1961, les pâturages sahéliens du ranch de l'Ouadi-Rimé au Tchad, H. GILLET (12 et 13) cite pour mémoire les espèces ligneuses et porte toute son activité sur l'étude des plantes herbacées. Il utilise la notion d'aire minimale, aire contenant environ 90 p. 100 des espèces du pâturage. Il affecte à chaque espèce un coefficient d'abondance-dominance où se confondent les notions de fréquence, volume, surface et dominance : « La plante la plus abondante en fréquence est en général celle qui occupe le plus grand volume, s'étend sur la plus grande surface et paraît dominante. »

L'auteur précise ensuite son inventaire par comptage des individus de chaque espèce sur une surface pouvant varier de 1 à 100 m^2, cette surface devant contenir une cinquantaine de pieds de la plante principale. Pour apprécier la productivité des espèces, l'auteur donne au

terme « individu » un sens particulier, qui est « l'unité plante », ou pour les graminées, « l'unité talle ». L'individu « touffe » est considéré comme une colonie et les unités talles y sont dénombrées. L'unité talle de graminées est un éclat de souche, ou chaume feuillé muni de racines. L'auteur dissèque également les individus émettant des tiges rayonnantes, prostrées, ou stolonifères à partir d'un pivot central.

b) **Méthode préconisée.**

1° **Physionomie générale des pâturages :** Elle permet de les classer d'après la nomenclature définie au congrès de phytogéographie à Yangambi (32) :

— forêt claire = forêt ouverte à strate arborescente décidue dont les cimes sont plus ou moins jointives ;

— savane = formation herbeuse comportant une strate herbacée supérieure d'au moins 80 cm de hauteur qui influence une strate inférieure,

— savane boisée où arbres et arbustes forment un couvert clair,

— savane arborée, où arbres et arbustes sont disséminés,

— savane arbustive, où seuls les arbustes sont présents,

— savane herbeuse, sans arbres ni arbustes ;

— steppe = formation herbeuse ouverte n'atteignant pas 80 cm de hauteur ; selon l'importance des arbres et arbustes, la steppe peut être arborée, arbustive, buissonnante ou herbacée ;

— prairies = formation fermée constituée principalement de graminées et cypéracées à tempérament mésophile ou hygrophile :

prairie aquatique, en eau profonde,
prairie marécageuse,
prairie altimontaine.

2° Relevés phytosociologiques.

R. SCHNELL (29) en 1945, J. LEBRUN (20) en 1947, L. EMBERGER, G. MANGENOT, J. MIÈGE (8) en 1950, R. PORTÈRES (26) en 1956, ont employé avec succès en zones tropicale et équatoriale la technique de relevés phytosociologiques pour les inventaires de végétation. Les bases de la méthode phytosociologique avaient été préalablement exposées et commentées dès 1932 par J. BRAUN-BLANQUET (3).

Depuis ces premiers travaux, des chercheurs ont apporté des modifications aux méthodes de travail. C'est ainsi que P. DUVIGNEAUD (7) en 1949 cherche à définir la végétation des savanes en groupes d'espèces liées à un caractère écologique particulier. Il précise des groupes d'espèces à amplitude écologique restreinte, d'autres groupes à amplitude plus large et il reporte l'unité écologique à l'alliance des phytosociologues.

Pour définir ses groupes écologiques, il étudie les auréoles de végétation, les zones de recoupements de groupements végétaux homogènes et relève des transects ou catena à travers des séries topographiques : thalweg, pente, sommet de colline... Cette technique de la catena permet entre autres, de définir l'amplitude écologique relative des espèces rencontrées.

J. KOECHLIN (18) en 1961, parle de groupements végétaux caractérisés par des groupes d'espèces précisant l'optimum écologique des stations.

Les facteurs stationnels pris en considération peuvent être naturels ou artificiels : climat, sol, concurrence entre les espèces, action de l'homme, des feux ou des animaux. Parmi ces facteurs, « l'influence de la roche-mère, constamment remise en jeu par l'érosion, sous l'effet des actions climatiques violentes propres aux régions intertropicales, reste prépondérante... C'est le type de la roche-mère qui détermine le plus souvent les caractéristiques physiques des sols ».

Le relief a également un rôle prédominant. « Des différenciations dans la végétation des savanes naissent de l'action des facteurs pédologiques en fonction du relief : lessivage sur les sommets, érosion sur les pentes, colluvionnement et alluvionnement dans les bas-fonds. »

A l'intérieur des formations végétales définies au Congrès de Yangambi, nous préconisons l'inventaire de la végétation par relevés phytosociologiques, sur des individus de groupements caractérisés par leur physionomie homogène et leurs conditions écologiques propres. La technique de relevé préconisée en 1957 par le professeur L. EMBERGER et ses collaborateurs (9) sert de base à notre travail. La végétation est étudiée par strate de façon aussi précise que possible avec énumération approximative des individus. La station dans laquelle s'effectue le relevé est caractérisée par le relief, la roche-

mère, la nature du sol, sa texture et ses conditions hydriques.

Les strates arbustives et arborées sont inventoriées séparément et le nombre d'individus est exprimé à l'ha. Les espèces ligneuses peuvent présenter une amplitude écologique plus étendue que les espèces herbacées et doivent permettre la définition de groupements végétaux d'échelle supérieure.

A l'ombre de ces arbres et notamment en zone sahélienne, des communautés particulières d'espèces herbacées se développent et constituent d'excellents pâturages de saison des pluies, qui doivent être identifiés séparément.

Ailleurs, les plantes herbacées s'associent en fonction de leurs besoins écologiques propres et les caractères hydriques de la station ont, habituellement, une influence prépondérante en climat tropical.

Les caractères écologiques de la station sont précisés par la texture, la structure et la perméabilité du sol, l'absence ou la présence à un niveau plus ou moins élevé d'une nappe phréatique.

Le relevé des strates herbacées s'effectue sur une surface définie comme l'aire minimale de la station, cette surface étant atteinte lorsque l'augmentation du nombre des espèces présentes reste inférieure à 10 p. 100 quand la surface inventoriée est doublée.

L'aire minimale doit être définie en premier lieu et tous les relevés d'un même groupement auront alors la même surface.

Les individus des espèces rares sont dénombrés sur l'ensemble du relevé, ceux des espèces plus abondantes le sont sur 100 m², 10 m², 4 m², 1 m², ou même quelques dm² si l'espèce considérée forme un véritable tapis.

L'abondance des espèces est enfin exprimée en nombre d'individus pour la surface du relevé, l'individu pouvant être constitué d'une tige unique ou d'une touffe.

La surface de recouvrement moyen des couronnes foliaires est évaluée. Cette surface multipliée par le nombre d'individus présents dans le relevé donne la surface recouverte par l'espèce.

La dominance de l'espèce est exprimée par le pourcentage de recouvrement :

$\frac{\text{surface recouverte}}{\text{surface du relevé}} \times 100$, et elle varie selon les saisons.

La comparaison de tels relevés permettra ultérieurement de brosser une vue d'ensemble des divers pâturages et d'apprécier leur évolution « physionomique » aux diverses saisons climatiques du lieu.

3° Détermination des plantes.

Pour dresser puis comparer ses relevés phytosociologiques, l'agrostologue a besoin de connaître les noms des plantes inventoriées avec le maximum d'exactitude.

L'agrostologue de terrain est dans l'impossibilité de déterminer ses échantillons avec précision. Il travaille dans des conditions difficiles, son équipement est rudimentaire, et il dispose rarement de flores régionales. Il est rare enfin, qu'il puisse avoir accès à un herbier de référence situé à proximité des lieux de prospection.

Dans de telles conditions, nous avons préféré centraliser les déterminations au laboratoire métropolitain. L'agrostologue prélève ses échantillons à déterminer en plusieurs exemplaires et remplit une fiche de récolte comportant de nombreux renseignements sur la plante et son habitat.

Il garde un double de chaque échantillon et adresse l'autre à la section métropolitaine. Là, un taxonomiste rassemble toutes les récoltes de l'équipe, et procède aux déterminations. Il profite d'un équipement correct, d'une abondante bibliographie et sa situation géographique facilite les comparaisons avec l'herbier du Muséum national d'histoire naturelle et les prises de contact avec les taxonomistes spécialistes des principales familles tropicales.

Après détermination, les récoltes sont classées dans un herbier de référence et les noms des échantillons sont précisés, dans les plus courts délais, à l'agrostologue de terrain. Ce dernier peut alors compléter les fiches de son herbier de travail et préciser les noms des plantes rencontrées lors de l'établissement des relevés.

4° Méthode de la bande d'interception.

Sur certains individus de groupements caractéristiques et suffisamment étendus, l'inventaire sera approfondi par des méthodes susceptibles d'interprétation statistique.

L'étude des pâturages par transects linéaires est assez prisée, car elle facilite les études statistiques.

D. BROWN (4), en 1954, cite diverses techniques :

Les méthodes de la ligne d'interception de CANFIELD ou d'ANDERSON, où est mesurée la longueur d'interception des individus végétaux par un câble. La longueur des lignes est telle que l'addition des mesures donne immédiatement le pourcentage de couvert de base des espèces.

La méthode de la bande d'interception de PARKER et SAVAGE, citée également par D. BROWN consiste à relever sur une largeur d'un cm, les longueurs d'interception des individus de plantes.

G. LONG (21), propose en 1958, une méthode linéaire pour l'étude de l'évolution saisonnière de la végétation, en adaptant la « 3 step Méthod » de K. W. PARKER. Périodiquement la végétation est inventoriée sur la même ligne matérialisée par 3 piquets. Les relevés s'effectuent aux mêmes points, tous les 20 cm d'un double-décamètre dont la fixation est chaque fois rigoureusement identique. Le double-décamètre est fixé au-dessus de la strate herbacée, le contact avec le premier piquet étant réalisé entre 0 et 10 cm, au même mm.

Les observations sont effectuées à chaque graduation multiple de 20 cm, 100 lectures sont réalisées et à chaque répétition, les lectures seront effectuées exactement au même point. Les observations se font à l'intérieur d'une bague de 2 cm de diamètre et sont notés, les couronnes rencontrées vivantes ou mortes, les souches et rejets, la litière, la nature du sol superficiel, le tout avec un coefficient précisant l'importance relative de chaque élément. La ligne est donc décomposée en 100 échantillons primaires permettant ultérieurement d'étudier l'évolution des fréquences relatives des couronnes foliaires, des pieds des végétaux et des éléments de la surface du sol (litière, graviers, sol nu).

Pour obtenir un échantillonnage valable susceptible de fournir, avec une erreur acceptable, la fréquence relative des pieds des espèces et le pourcentage des couverts de base, il nous faudrait multiplier le nombre des lignes d'interception, d'où complications diverses et trop grand nombre de piquets devant rester minutieusement à la même place.

F. MONNIER (23), utilise en 1959, une ligne d'interception longue de 5 m qu'il répète 40 fois sur des parcelles de 3 à 10 ha.

Nous avons préféré, malgré les erreurs expérimentales possibles, que lui reprochait F. MONNIER, la méthode de la bande d'interception de PARKER et SAVAGE décrite par D. BROWN (4 p. 67). En effet, les lignes d'interception sont parfaites pour apprécier la fréquence relative des espèces. Il n'en est pas de même lorsqu'est évalué le couvert de base. Les méthodes de MONNIER, de CANFIELD ou d'ANDERSON donnent, en effet, des mesures linéaires et des pourcentages de mesures linéaires alors que le couvert de base total de chaque espèce devrait être exprimé par le carré de ces mesures individuelles.

La largeur de bande d'un cm utilisé par PARKER et SAVAGE est difficile à apprécier sur le terrain et nous avons préféré adopter une largeur de 4 cm matérialisée par la largeur du pouce de part et d'autre d'une cordelette en nylon de 2 mm de diamètre.

Les bandes d'interception sont réparties dans une unité d'étude qui est un carré de 50 m de côté, délimité au milieu d'un individu caractéristique du groupement.

L'origine et l'orientation des lignes sont fixées au hasard par une méthode mise au point par F. MONNIER (23).

Installé au centre du carré, l'observateur utilise un petit tourniquet qui lui donne une direction. Il parcourt dans cette direction, un certain nombre de pas fixé par tirage dans un lot de numéros. S'il atteint la limite du carré avant d'avoir achevé son parcours, il revient vers le point central. L'emplacement du pied en fin de trajet détermine l'origine du transect. La direction d'observation est fixée de nouveau par le tourniquet.

La ligne est matérialisée par une cordelette en nylon longue de 10 m, d'un diamètre de 2 mm, et munie à chaque extrémité d'une fiche d'arpenteur.

La ficelle est d'abord tendue par deux aides au-dessus des herbes puis amenée progressivement près du sol en écartant délicatement les chaumes de part et d'autre (photo n° 1).

La végétation est inventoriée sur une largeur de 4 cm, soit environ la largeur du pouce de part et d'autre de la cordelette et chaque individu

d'espèce, tige isolée ou touffe, est noté. La largeur des individus est mesurée à 0,5 cm près, à 1 cm du sol environ. Les individus de diamètre inférieur à 0,5 cm sont notés par +, valeur équivalant par convention à 0,2 cm. Ces mesures enregistrées sur une « fiche bande » sont ensuite élevées au carré pour évaluer le recouvrement de base. Dès que le diamètre d'une touffe dépasse 4 cm, ce dernier est multiplié par 4, la surface comprise dans le relevé étant alors assimilée à un rectangle. Si une de ces touffes n'est présente que d'un seul côté de la cordelette la longueur d'interception est divisée par 2.

15 à 20 minutes sont nécessaires à un observateur expérimenté pour disposer et relever une bande.

Exemple de fiche « Bande ».

Fiche Bande

Opérateur : Relevé n° : 20 Date : 15/11/62 Ligne n° : 1

Numéro d'ordre des individus	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Fréquence	Surface en cm²
Espèces											
Elymandra androphila	2,0	3,0	1,0	+	20,0	5,0	1			7	
(en surface)	4,0	9,0	1,0	0,04	80,0	20,0	1,00				115,04
Panicum hystrix	+	0,5	1,0							3	
(en surface)	0,04	0,25	1,0								1,29

Nombre de bandes nécessaire.

La quantité minimum de bandes à relever sur un élément de groupement doit être précisée. Elle peut être définie par le nombre d'espèces présentes ou par la fréquence relative de l'espèce dominante.

Dans le premier cas, une courbe est établie. La quantité de bandes est inscrite en abscisse et le nombre cumulé des espèces correspondant est inscrit en ordonnée. Le nombre minimum de relevés est supposé atteint au point d'inflexion de la courbe, ou plus exactement, lorsque l'étude d'une nouvelle ligne n'augmente pas le nombre d'espèces de plus de 10 p. 100.

Après le second critère, le rapport de l'effectif cumulé de l'espèce dominante, sur l'effectif cumulé de tous les individus relevés, permet de calculer un intervalle de confiance de la fréquence relative de l'espèce dominante, après chaque nouvelle bande étudiée.

Pour évaluer le nombre de bandes nécessaire, nous nous fixons une précision de la fréquence relative à un écart de 5 p. 100.

Le nombre d'individus observés N, est grand et le rapport du nombre d'individus de l'espèce dominante sur le nombre d'individus observés n'étant pas voisin de 0 et 1, l'intervalle de confiance symétrique à 95 p. 100 pour p est :

$$f-2\sqrt{\frac{pq}{N}} \text{ et } f+2\sqrt{\frac{pq}{N}} \text{ (*)}$$

Pour maintenir la précision que nous nous sommes fixée, le nombre de bandes nécessaire variera donc selon la densité de la strate herbacée et l'abondance relative de l'espèce dominante.

Exemple de recherche du nombre de bandes nécessaire

Cette étude a été effectuée dans une savane à *Borassus aethiopum* et *Elymandra androphila* située près de Toumodi en République de Côte d'Ivoire.

(*) Pour réaliser les études statistiques de cet article, nous avons utilisé les ouvrages de base de M. LAMOTTE (19) et A. VESSEREAU (33) et nous remercions le Docteur G. GAYOT qui a bien voulu prendre une part active à la recherche de tests statistiques susceptibles d'être utilisés dans notre méthode d'étude de la végétation.

1° *Critère du nombre d'espèces présentes.*

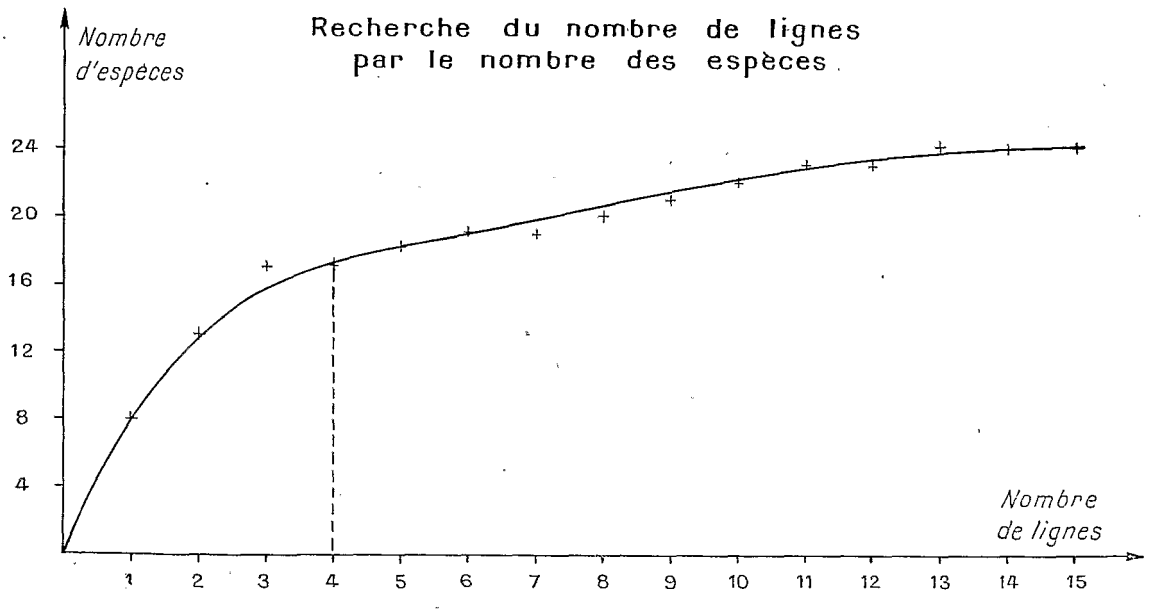
Lignes	Nombre cumulé d'espèces	Augmentation en p. 100
1	8	—
2	13	62
3	17	30
4	17	0
5	18	5
6	19	5
7	19	0
8	20	5
9	21	5
10	22	5
11	23	5
12	23	0
13	24	4
14	24	0
15	24	0

Ce critère fixe à 4 le nombre de bandes à inventorier dans ce groupement végétal (Cf. graphique).

2° *Critère de l'intervalle de confiance.*

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 ± 11,8
2	59	149	0,080	39,5 ± 8,0
3	78	215	0,066	36,3 ± 6,6
4	98	293	0,055	33,4 ± 5,5
5	113	365	0,048	30,9 ± 4,8
6	136	432	0,045	31,5 ± 4,5
7	153	498	0,041	30,7 ± 4,1
8	174	558	0,039	31,2 ± 3,9
9	193	622	0,037	31,0 ± 3,7
10	207	683	0,035	30,3 ± 3,5
11	214	741	0,033	28,8 ± 3,3
12	227	777	0,032	29,2 ± 3,2
13	241	850	0,031	28,3 ± 3,1
14	256	895	0,030	28,6 ± 3,0
15	270	951	0,029	28,4 ± 2,9

Elymandra androphila est l'espèce dominante.



Dans cet exemple de végétation, l'écart de 5 p. 100 est pratiquement atteint dès la 4e bande, mais nous avons préféré étudier 5 bandes, ce qui permet d'atteindre un écart de 4,8 p. 100.

Exploitation des résultats :

Les résultats des bandes étudiées sur un même individu de groupement sont ensuite transcrites sur 2 fiches :

— une fiche « fréquence » permettant d'évaluer la fréquence relative des espèces dans l'individu de groupement.

— une fiche « couvert de base » pour l'évaluation de la couverture herbacée à 1 cm du sol. Cette notion est très importante si les espèces vivaces sont dominantes car le couvert de base varie peu au cours des saisons, et indique une capacité de résistance à l'érosion. Par contre l'étude de la végétation des steppes à graminées annuelles fines peut être limitée à la recherche de la fréquence relative. Dans ce cas, le relevé d'un individu est simplement noté par + dans la fiche « Bande ».

Exemple de fiche « Fréquence »

Fiche Fréquence

Opérateur : Relevé n° : 20 Date : 15/11/62

Lignes n° :	1	2	3	4	5	Fréquence	
						Nbre	p. 100
Espèces							
Elymandra androphila	7	12	15	9	14	57	83,8
Panicum hystrix.....	3	0	1	2	5	11	16,1
						68	99,9

5° Méthode des carrés.

La méthode des bandes d'interception est difficilement utilisable dans des pâturages de steppe, lorsque les espèces annuelles sont desséchées et cassantes. Il est alors utile de répartir au hasard, un certain nombre de carrés d'un m de côté.

La méthode de répartition est identique à celle des lignes, la diagonale du carré étant disposée selon la direction indiquée par le tourniquet.

Exemple de fiche « Couvert de base ».

Fiche couvert de base

Opérateur : Relevé n° : 20 Date : 15/11/62

Surface totale : 4.000 cm² × 5 = 20.000 cm²

Lignes n° :	1	2	3	4	5	Recouvrement	
						Surface	p. 100
Espèces :							
Elymandra androphila	115,05	150	205	350	420	1.240,05	6,20
Panicum hystrix.....	1,29	2,25	4,05	3,25	5,20	16,04	0,08
Sol nu :							93,72

Les individus sont comptés sur l'ensemble du carré, et le diamètre des touffes évalué à 1 cm du sol environ. Le nombre de carrés est fixé par le critère du nombre d'espèces présentes.

6° Evaluation des unités-talles.

Les deux méthodes d'inventaire par bandes ou carrés sont complétées par l'évaluation du nombre d'unités talles composant les touffes des principales espèces appétées : Les unités talles sont dénombrées dans 15 touffes choisies au hasard.

APPRÉCIATION DE LA VALEUR BROMATOLOGIQUE DES PATURAGES

O. BRÉMAUD (30) prévoit pour chaque lieu de prélèvement, le fauchage d'un ha différent à chacune des saisons soit en octobre, décembre, avril et juin et dans un rayon de 30 m, 4 carrés d'un m² sont fauchés à 10 cm de hauteur pour l'analyse chimique.

R. COMPÈRE (6) opère sur enclos et prélève à l'ha 10 placeaux d'un m². Le rendement est exprimé à l'ha après séchage à l'étuve et un prélèvement aliquote est effectué pour analyse. Cette technique donnerait une précision de 15 p. 100

M. MOSNIER (24) ainsi que BOUDET et DUVERGER (2) effectuent des prélèvements de 25 m² pour évaluer rendement et valeur fourragère.

L'étude bromatologique des pâturages telle qu'elle est conçue à l'I. E. M. V. T., peut être scindée en 4 opérations distinctes :

— étude de la valeur bromatologique d'une espèce,

— étude de la valeur bromatologique d'un pâturage,

— étude de la productivité et du temps de repos d'un pâturage,

— contrôle de la productivité d'un pâturage par pacage cyclique d'un troupeau.

Pour ces opérations, l'élément étudié est un carré de 50 m de côté. Généralement 5 carrés de 2 m de côté y sont répartis au hasard par la technique du tourniquet et d'un nombre de pas défini par tirage au sort.

La direction du tourniquet au point d'origine choisi, détermine la direction d'une diagonale du carré, un angle de ce carré étant placé au point d'origine.

Le carré est matérialisé par un cadre en bois ou par une cordelette à la condition de s'assurer de la valeur des angles avec une équerre (photo 2) La délimitation de l'échantillon à faucher peut être sujette à caution et nous fauchons par convention la totalité des plantes ou touffes dressées dont le point d'enracinement se trouve à l'intérieur du cadre. A cette fin, le cadre ou la cordelette est maintenu au-dessus du sol et les chaumes sont délicatement répartis de part et d'autre, du côté de leur enracinement. Par contre, les plantes rampantes ou traçantes sont laissées en place et seule la partie présente à l'intérieur du cadre est récoltée.

Les herbes sont coupées à la cisaille à gazon qui permet avec une seule main, une coupe bien horizontale, l'autre main enserrant la touffe à sectionner.

La hauteur de coupe est variable et doit s'approcher de l'exploitation du type de pâturage par un troupeau. En saison des pluies, nous avons adopté une hauteur de coupe de 10 cm, pour la savane soudano-guinéenne et de 5 cm pour la steppe sahélienne ; en saison sèche, les herbes annuelles desséchées sont coupées à 1 cm du sol en steppe et les repousses d'herbes vivaces à 1 cm au-dessus des coussinets.

En saison sèche, il est souvent nécessaire de joindre aux prélèvements les débris de plantes tombés à terre : feuilles et inflorescences de graminées annuelles de la steppe, feuilles de certaines légumineuses et en général tout ce qui est ramassé au sol par les troupeaux.

Les prélèvements pour analyses doivent être d'environ 200 g en sec, et il est parfois nécessaire d'augmenter le nombre des carrés de fauchage. L'échantillon pour analyse est découpé en morceau de 5 cm pour faciliter le séchage qui aura lieu de préférence dans une étuve portative et rustique.

Les pesées doivent être faites au gramme près, avec une balance Roberval ou Terraillon. Lorsque les espèces sont en pleine végétation, les pesées sont faites après fauchage de chaque carré, pour éviter les erreurs dues au fanage rapide.

Les fauchages ne peuvent être effectués après une pluie ou par temps de rosée et il est alors nécessaire d'attendre que l'herbe soit bien ressuyée.

a) Valeur bromatologique d'une espèce.

L'espèce appétée dominante dans un type de pâturage doit être étudiée séparément et particulièrement aux stades végétatifs où elle est la plus appréciée : stade feuilles basales pour *Andropogon gayanus* ; début d'épiaison pour les *Brachiaria* ; floraison pour *Andropogon gayanus*, stade où le troupeau cueille de préférence le sommet des chaumes ; état sec après chute des graines pour *Aristida funiculata* et *Schoenefeldia gracilis*.

Le prélèvement est effectué sur 5 carrés de 4 m² où tous les individus de l'espèce étudiée sont fauchés à hauteur de pacage. Les parties de plantes inappétibles sont éliminées et pesées séparément. Parmi les parties appétibles peuvent être parfois séparés, feuilles basilaires, chaumes, inflorescences, infrutescences. Dans certains cas, les débris tombés à terre sont également prélevés et recueillis séparément : graines de *Schoenefeldia*, feuilles de *Zornia*...

La productivité relative de chaque élément prélevé est enfin exprimée à l'ha et un prélèvement aliquote de chacun d'eux est effectué en vue de l'analyse chimique et de l'évaluation du rendement en matières sèches.

Il est parfois intéressant de prévoir une analyse d'oligo-éléments. Le prélèvement d'herbe est alors accompagné d'un prélèvement agrologique de sol. Ce prélèvement est effectué au centre de chaque carré à l'aide d'une sonde enfoncée à 15 cm de profondeur qui est la limite habituelle d'enracinement des plantes herbacées. L'ensemble des prélèvements est mélangé, homogénéisé et un échantillon aliquote de 250 g est adressé au laboratoire.

b) Valeur bromatologique d'un pâturage.

La valeur des types de pâturages est appréciée à certaines phases de leur évolution : début et fin de saison des pluies, début, milieu et fin de saison sèche.

Le carré étudié à 50 m de côté et ne doit pas avoir été pâturé. Au besoin il est nécessaire de prévoir sa mise en défens. 5 placeaux répartis au hasard sont également fauchés. L'herbe coupée est subdivisée en parties appétibles (feuilles, chaumes fins, inflorescences, infrutescences) et parties inappétibles (chaumes lignifiés et silicifiés des espèces appétées, autres espèces inappétées).

Un échantillon pour analyse est effectué sur la fraction appétible.

Ces prélèvements permettent d'évaluer la productivité saisonnière du pâturage.

c) Productivité et temps de repos d'un pâturage.

L'amélioration de l'exploitation des pâturages est un problème prioritaire en zone tropicale. A. VOISIN (34) insiste beaucoup sur la nécessité d'observer un temps de repos variable selon les saisons, pour obtenir un rendement maximal d'herbe pâturable.

Pour évaluer les temps de repos optimaux en zone non aménagée, nous utilisons des carrés de 7 m de côté, mis en défens par clôture et pare-feu sur un élément homogène et caractéristique d'un type de pâturage.

Au début des pluies, la surface de 49 m² est coupée à la faucille et la récolte obtenue est rejetée à l'extérieur, puis un carré central de 5 m de côté est délimité.

On laisse ensuite repousser l'herbe jusqu'à une hauteur optimale de pâture, hauteur qui varie selon le lieu et la saison. Nous avons adopté pour la saison des pluies, 30 cm en zone soudano-guinéenne et 15 cm en zone sahélienne. En saison sèche, la date de coupe est fixée par le degré de dessiccation des extrémités des repousses. Il semble en effet que la vitesse de repousse est pratiquement stoppée lorsque 50 p. 100 des nouvelles feuilles ont leur extrémité desséchée et de teinte brune.

A chaque fauchage, le carré central de 25 m² est délimité par une corde, la bordure est fauchée à la faucille et l'herbe coupée évacuée à l'extérieur, le carré central est coupé à la cisaille à gazon à hauteur optimale de pacage, la récolte séparée en 2 lots appétible et inappétible, et chaque lot pesé. Un échantillon aliquote de la partie appétible est prélevé pour analyse.

Cette expérimentation, accompagnée si possible de relevés pluviométriques, permet d'évaluer la productivité du pâturage liée à l'observation du temps de repos optimum.

Elle est surtout intéressante pour les plantes vivaces mais elle permet également d'évaluer la capacité de repousse d'espèces annuelles en saison des pluies et d'étudier la prolongation éventuelle de leur période végétative en début de saison sèche à la suite du broutage.

d) **Productivité d'un pâturage et son contrôle par pacage.**

Technique expérimentale.

Cette expérimentation ne peut être effectuée qu'avec un troupeau habitué au pâturage en enclos.

En climat tempéré à pâturage dense et à strate herbeuse basse, on utilise une méthode dite par différence (5 p. 44). Pendant la durée de l'exploitation de la parcelle, des placeaux sont protégés de la dent du bétail par des cages mobiles. Après enlèvement du troupeau, le fauchage de placeaux broutés et protégés permet d'évaluer la quantité d'herbe utilisée.

En zone tropicale nous préférons comparer des couples de placeaux broutés et non broutés en fauchant les placeaux non broutés la veille de la venue du troupeau. D'autre part la charge en bétail doit permettre l'exploitation de la parcelle en une journée et le lendemain, les placeaux broutés sont fauchés.

Les essais sont pratiqués sur des carrés de 50 m de côté, installés sur pâturages homogènes. Les temps de repos optimaux sont observés comme dans l'expérimentation précédente, mais le fauchage du carré d'essai est remplacé par le pacage d'un troupeau précédé d'une évaluation de rendement et suivi d'une appréciation de refus.

L'évaluation du rendement s'effectue par fauche à hauteur optimale de pâture sur 5 placeaux de 4 m², répartis au hasard par la méthode du tourniquet.

Le rendement est exprimé à l'ha en parties appétible et inappétible et un échantillon aliquote de la partie appétible est prélevé pour analyse.

Le lot d'animaux devant pâturer la parcelle, est rentré à l'étable la veille au soir et non affouragé. Il doit être suffisamment important pour exploiter la parcelle en 24 heures.

Pour calculer le nombre d'animaux nécessaires, la ration journalière est évaluée à 25 kg d'herbe appétible ou à 8 kg de paille.

$$\text{Nombre d'animaux} = \frac{\text{appétible sur 2.500 m}^2}{\text{ration journalière}}.$$

Le troupeau est mis au pâturage sur la parcelle, de bonne heure le matin, son comportement est observé et l'appétibilité des diverses espèces est notée. La parcelle est considérée comme pacagée lorsque les animaux accroissent considérablement le rythme de leurs déplacements.

Le troupeau est alors retiré de la parcelle, puis les refus sont évalués.

5 placeaux sont juxtaposés par un angle aux placeaux d'évaluation de rendement, l'orientation des diagonales étant conservée.

La récolte obtenue sur ces placeaux est également subdivisée en parties appétible et inappétible et chaque lot est pesé.

Il y a avantage à poursuivre cette expérimentation pendant plusieurs années, l'essai comprenant plusieurs traitements :

— un carré témoin sans pacage, ni fauchage,

— un carré avec observation des temps de repos optima,

— un ou plusieurs carrés avec rythme modifié en fonction des possibilités pratiques et vulgarisables d'exploitation.

Appréciation de l'évolution des parcelles.

L'action des divers traitements pourra se traduire par des variations de la productivité globale des parcelles. Il est également intéressant de connaître l'évolution de la valeur qualitative du pâturage, valeur qui peut être appréciée par la variaton de l'abondance relative des espèces présentes dans les parcelles traitées.

Le test de χ^2 appliqué aux fréquences obtenues par la méthode des bandes d'interception permet de préciser la signification des différences enregistrées entre les rapports de proportion des espèces relevées.

Ce test est applicable à condition que l'effectif total soit supérieur à 50 et que l'effectif de chaque classe soit au minimum de 5.

Chaque espèce abondante constitue donc une classe, alors que les individus d'espèces rares sont groupés en une classe.

Ce test est alors utilisé pour rechercher s'il y a une différence significative au seuil de 5 p. 100 entre des parcelles d'un même type de pâturage :

— soit avant la mise en route de l'expérimentation,

— soit au cours de l'expérimentation.

L'évolution du couvert herbacé de chaque parcelle est contrôlée chaque année à la période la plus favorable à la diagnose des espèces, période qui est habituellement la fin de la saison des pluies.

Exemple : 3 parcelles délimitées dans une savane à *Borassus aethiopum* et *Elymandra androphila* près de Toumodi (République de Côte d'Ivoire).

(5 bandes d'interception ont été relevées par parcelle d'essai du 12 au 16 novembre 1962.)

Tableau des fréquences

Espèces	Classe	Parcelle I	Parcelle II	Parcelle III
Elymandra androphila	1	112	52	63
Schizachyrium semiberbe ...	2	63	74	72
Cyperaceae 1391	3	62	37	48
Andropogon schirensis	4	52	63	29
Loudetia arundinacea	5	14	14	14
Andropogon pseudapricus ...	6	9	1	6
Hyparrhenia subplumosa ...	7	9	16	11
Panicum phragmitoides	8	6	3	4
Cyperaceae 1413	9	5	2	0
Vernonia cf. guineensis	10	3	1	3
Polygala arenaria var. *angustifolia*	11	2	0	1
Panicum hystrix	12	2	3	0
Octodon setosum.....	13	2	1	11
Cochlospermum planchonii ..	14	1	1	0
Vigna multinervis	15	1	1	0
Vigna ambacensis	16	1	0	1
Sciera canaliculatotriquetra.	17	1	0	1
Géophyte 1406	18	1	0	0
Brachiaria brachylopha	19	1	5	1
Cyperus schweinfurthianus ..	20	0	1	0
Indigofera cf. *hirsuta*	21	0	1	0
Indigofera polysphaera	22	0	1	2
Hyparrhenia chrysargyrea...	23	0	0	1
		347	277	268

Test de χ^2 entre les parcelles I et II

Classes	I	II	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
7	9 (13,9)	16 (11,1)	25
Autres classes	35 (31,1)	21 (24,9)	56
Totaux	347	277	624

Nombre de degrés de liberté = (Nbre de colonnes — 1) (Nbre de lignes — 1) soit ici : 6 degrés de liberté.

— au seuil de 5 p. 100, $\chi^2 = 12,59$

χ^2 calculé = somme de :

$$\frac{(\text{effectif observé} - \text{effectif calculé})^2}{\text{effectif calculé}}$$

$$\text{Effectif calculé} = \frac{\text{total colonne} \times \text{total ligne}}{\text{total général}}$$

Le χ^2 calculé = 27,8 met en évidence une différence significative entre les végétations herbacées des parcelles I et II. La différence est significative au-delà du seuil de 5 p. 1000 où $\chi^2 = 18,55$.

Test de χ^2 entre les parcelles I et III

Classes	I	III	Totaux
1	112 (98,7)	63 (76,3)	175
2	63 (76,2)	72 (58,8)	135
3	62 (62,1)	48 (47,9)	110
4	52 (45,7)	29 (35,3)	81
5	14 (15,8)	14 (12,2)	28
6	9 (8,5)	6 (6,5)	15
7	9 (11,3)	11 (8,7)	20
Autres classes	26 (28,8)	25 (22,2)	51
Totaux	347	268	615

— 7 degrés de liberté,

— au seuil de 5 p. 100, $\chi^2 = 14,07$.

χ^2 calculé = 13,51, ne fait pas apparaître de différence significative entre les parcelles I et III.

Le test de χ^2 appliqué aux parcelles II et III met en évidence une différence significative au seuil de probabilité de 5 p. 100.

Avant de commencer des essais de différents rythmes de pacage, le test ainsi appliqué, différencie la parcelle II des autres parcelles alors que cette différence n'est pas évidente. Cette parcelle

est cependant en limite de plateau et *Andropogon schirensis* est légèrement plus abondant.

Importance d'*Andropogan schirensis* sur 4 parcelles

	I	II	III	IV
Fréquence relative.....	15,2	22,7	10,8	33,3
Couvert de base en p. 100.	2,2	2,7	1,0	4,2

Cette espèce qui est dominante dans les pâturages de bas de pente sur sable épais (parcelle 4) est encore suffisamment abondante en bordure du plateau pour modifier significativement le rapport des espèces.

Ceci dénote une sensibilité du test suffisante pour l'utilisation désirée.

3° CONTROLE DE LA VALEUR BROMATOLOGIQUE DES PATURAGES

L'expérimentation sur carrés de 50 m de côté permet d'évaluer la productivité théorique d'un pâturage en fonction d'un temps de repos défini et de conditions de pluviosité précisées par un pluviomètre. Le contrôle de la pluviosité est particulièrement nécessaire en région à bilan pluviométrique particulièrement déficitaire.

Cette productivité sert à apprécier la charge théorique saisonnière d'un pâturage, charge exprimée en journées de pacage à l'ha pour telle ou telle période de l'année.

Des essais comprenant plusieurs parcelles doivent être entrepris avec un rythme d'exploitation comportant des mises hors circuit de parcelles, en vue de déterminer le type d'exploitation conforme aux conditions climatiques locales et suffisant pour entretenir toute l'année, un troupeau donné sur une superficie à préciser.

Le schéma d'exploitation établi théoriquement, il reste nécessaire de le tester par entretien d'un troupeau dont l'évolution du poids sera contrôlée rigoureusement.

Ce test ne pourra être entrepris qu'en station équipée de clôtures suffisantes et les animaux devront être pesés chaque mois dans des conditions comparables : heure de pesée, temps écoulé entre l'abreuvement et la pesée...

B. — PHASE SYNTHÉTIQUE

1° Synthèse phytosociologique.

Les divers relevés phytosociologiques de la région étudiée sont comparés. Ceci permet d'établir des relations écologiques entre les grandes unités de pâturages et de lier certaines plantes à des conditions écologiques caractéristiques.

Dans les groupes écologiques provisoires ainsi obtenus M. GOUNOT (14 p. 54) précise que l'indépendance des espèces doit être vérifiée. Avec des espèces dépendantes, il peut y avoir subordination d'une espèce à l'autre ou milieu mal défini si la liaison est positive, et influence de la concurrence ou d'un facteur écologique différentiel si la liaison est négative. Dans des relevés effectués en milieu favorable, où une espèce du groupe écologique, au moins, est présente, les espèces sont testées 2 à 2. Le test de χ^2, appliqué aux données qualitatives de présence-absence, indique s'il y a liaison et le coefficient de corrélation sert à apprécier l'intensité de la liaison.

Lorsque la flore de la région est suffisamment connue, il est possible de pousser l'étude de la végétation jusqu'à l'individualisation d'associations végétales et la recherche d'une hiérarchie par alliances, ordres et classes. Les groupements contigus sont alors individualisés par l'analyse différentielle de CZEKANOWSKI préconisée par M. GUINOCHET (15). Sur un tableau à double entrée, les relevés semblables sont comparés deux à deux grâce au coefficient de communauté de JACCARD. Ce coefficient exprimant le pourcentage d'espèces communes est le rapport des espèces communes aux relevés sur la somme des espèces des 2 relevés. de laquelle il faut déduire le nombre d'espèces communes. L'ordre de répartition des relevés est modifié jusqu'à l'obtention d'un tableau symétrique qui permettra l'élaboration de sous-groupes.

L'homogénéité des tableaux d'association est ensuite vérifiée par établissement de l'histogramme des présences des espèces dont la courbe représentative doit être du type 1 de l'équation généralisée des probabilités de PEARSON, à laquelle elle peut être ajustée.

Les relations écologiques mises en évidence, il est alors possible d'expliquer certaines modifications de la composition floristique des pâtu-

rages, modifications liées généralement à l'activité de l'homme : intensité du déboisement, nomadisme des cultures, pâturage ou surpâturage.

Certains faciès floristiques peuvent apparaître lorsque la pluviosité est déficitaire, particulièrement en climat sahélien. Si de tels faciès sont mis en évidence, ils seront mentionnés avec les modifications de valeur fourragère, qui peuvent en résulter.

Pour chaque type de pâturage et faciès d'évolution anthropique ou climatique, la charge globale annuelle sera évaluée avec mention du mode d'exploitation préconisé : charges saisonnières et temps de repos ; mise hors rotation et périodicité des feux si nécessaire.

La cartographie précisera enfin l'importance relative des divers types de pâturage individualisés.

2° Cartographie des pâturages.

Pour être à la fois rapide et précise la cartographie des pâturages exige le concours de l'interprétation de vues aériennes et l'intervention de procédés photographiques et photogrammétriques (1) permettant l'établissement de la carte à l'échelle requise pour l'étude.

Ces opérations nécessitent des techniciens et des appareils spécialisés que nous a apporté notre association avec la Société Geotechnip.

Les études réalisées jusqu'à ce jour ont montré que pour obtenir le maximum de la photo-interprétation le déroulement des opérations devait comporter 3 phases successives : examen de la couverture aérienne, travail sur le terrain, établissement de la carte définitive. Malheureusement ce déroulement idéal n'est pas toujours réalisable.

Première phase :

L'interprétateur examine la couverture aérienne pour faire le recensement de toutes les trames photographiques représentant la végétation dans la zone à étudier.

Ces trames présentent à l'examen stéréoscopique des teintes et des piquetés différents représentant les formes, taille et densité relative des arbres, arbustes et strates herbacées à définir sur le terrain.

Ensuite l'interprétateur fait un choix des clichés caractéristiques contenant les différentes trames à étudier.

S'il n'existe ni carte définitive, ni fond planimétrique de l'IGN, une esquisse de carte est dressée avant le départ sur le terrain. Cette esquisse est réalisée par T. P. F. R. ou triangulation par fentes radiales avec calage sur les points astronomiques de la région étudiée. Sur cette esquisse sont indiqués les villes et villages, les pistes, les puits, le réseau hydrographique, les caractéristiques du relief et la position des nadirs des photos utilisées.

Deuxième phase :

Les clichés à renseigner sont remis à l'agrostologue qui sur le terrain définit botaniquement les trames photographiques et établit une clef des critères qui permettra l'établissement du document définitif par l'interprétateur.

A titre d'exemples, voici quelques couples photos renseignés après travail sur le terrain :

A titre d'exemples, voici quelques couples photos renseignés après travail sur le terrain :

1° *Pâturages steppiques.*

localisation :

région de Timbedra (Rép. de Mauritanie) 16° 15'N/8° 15'. W.

couple stéréoscopique n° 1 :

photos au 1/50.000 n° 108 et 109 de la mission IGN, AOF 1956-57, NE-29-IV.

(Pour l'examen stéréoscopique du couple, utiliser une plaquette stéréoscopique à 55 mm d'écartement.)

Interprétation du couple stéréoscopique

Six types de pâturages sont individualisés, les numéros de pâturages correspondent à la liste publiée par BOUDET et DUVERGER (2).

a) *Pâturage* 12 — pâturages de dunes sur complexe schisteux (photo n° 3)

Critères photographiques :

— dunes à faible relief,

— réseau hydrographique nul,

— végétation arbustive clairsemée en têtes d'épingle,

— tapis herbacé important donnant une teinte grisée.

Végétation et valeur pastorale.

La strate arbustive à *Acacia raddiana* et *Balanites aegyptiaca* couvre 2 p. 100 du sol.

La strate herbacée dominée par les touffes vivaces de *Panicum turgidum* et *Aristida pallida* constitue un pâturage moyen. Les bovins mangent les espèces annuelles concentrées à l'ombre des arbustes en saison des pluies, les inflorescences du *Panicum* en saison sèche.

b) *Pâturage* 14 — pâturages sur schistes verts métamorphisés (photo nº 4).

Critères photographiques :

— enclave dépressionnaire en bordure des dunes,

— mise en relief de filons linéaires de teinte gris foncé,

— relief en éperon avec forte pente vers la dépression inférieure,

— arbustes très rares.

Végétation et valeur pastorale.

Quelques arbustes : *Ziziphus mauritiana* et des touffes de *Cymbopogon schoenanthus* légèrement broutées en fin de saison sèche (pâturage médiocre).

c) *Pâturage* 16 — sylls doléritiques (photo nº 5).

Critères photographiques.

Piton en forme de dent, entouré d'une auréole grise à arbustes rares.

Végétation et valeur pastorale.

Pâturage médiocre constitué de touffes de *Cymbopogon schoenanthus* avec de maigres plages à *Schoenefeldia gracilis*.

d) *Pâturage* 31 — pâturage sur manteau sablo-argileux recouvrant le socle schisteux (photo nº 6).

Critères photographiques :

— zone dépressionnaire présentant des séries d'ondulations en arcs de cercle,

— arbustes en têtes d'épingle, souvent alignés, par concentration préférentielle sur les microdunes.

Végétation et valeur pastorale :

— arbustes concentrés sur les microdunes (*Acacia seyal* dominant, *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*),

— tapis herbacé dominé par des touffes d'*Andropogon gayanus* var. *genuinus*,

— pâturage moyen de saison sèche.

e) *Pâturage* 35 a — petites mares temporaires sur schistes (photo nº 7).

Critères photographiques :

— petites dépressions circulaires,

— vestiges vermiculaires de réseaux hydrographiques formant mares,

— concentration arbustive en têtes d'épingle.

Végétation et valeur pastorale :

— strate arbustive dense à *Acacia seyal* et *Cordia gharaf*,

— touffes de *Cymbopogon schoenanthus* et petites plages de *Schoenefeldia gracilis* (pâturage médiocre).

f) *Pâturage* 35 *b* — mares temporaires plus importantes (photo nº 8).

Critères photographiques :

— dépressions allongées épousant le lit d'anciens ouadi,

— strate arbustive dense représentée par un moucheté noir.

Végétation et valeur pastorale :

— strate arborée à *Acacia nilotica* var. *tomentosa*,

— strate arbustive à *Mitragyna inermis* et *Feretia canthioides*,

— strate herbacée à *Oryza breviligulata* et *Echinochloa colonum*,

— bon pâturage de début de saison sèche.

2º Savanes soudaniennes.

Localisation :

région ouest de Bamako (Rép. du Mali) 12º 12'N/8º 15'W

Référence :

BOUDET (G.). — « Etude botanique et agrostologique de la Haute Vallée du Niger-Mali ». *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.* 1962, 15 (1) : 75-105.

Couple stéréoscopique nº 2 :

photos au 1/50.000 nº 120 et 121 de la mission I. G. N., A. O. F., 1956-57, ND-29-IV.

Interprétation du couple stéréoscopique.

Six types de végétation sont individualisés.

a) *Plateaux cuirassés non dégradés* (A 1 du couple et photo nº 9).

Critères photographiques :

— plateau subhorizontal à léger pendage et à légères ondulations,
— strate arborée très lâche,
— strate arbustive tachetée,
— pas de parcelles de cultures.

Végétation et valeur pastorale :

— strate arbustive à *Parinari curatellifolia* et *Pterocarpus lucens*,
— strate herbacée à *Ctenium newtonii*,
— savane arbustive constituant un pâturage moyen de saison des pluies.

b) *Cuirasses en voie de démolition* (A 2 du couple et photo nº 10).

Critères photographiques :

— rupture de pente au sommet des pendages formant talus,
— strate arborée assez dense,
— strate arbustive buissonnante en taches.

Végétation et valeur pastorale :

— forêt claire à *Pachystela pobeguiniana*, et *Bombax costatum* avec une strate arbustive buissonnante dominée par *Acacia macrostachya*, *Boscia angustifolia* et *Combretum molle*,
— sans intérêt pastoral.

c) *Dépression sur plateaux* (photo nº 11).

Critères photographiques :

— zônes dénudées aux ruptures de pente,
— teinte gris foncé homogène,
— absence d'arbres et arbustes.

Végétation et valeur pastorale.

Ce sont de petites dépressions en boutonnières creusées dans le manteau cuirassé. Le sol est colmaté par une faible couche de colluvions argilo-sableuses.

Selon l'importance de la dépression, une série de ceintures végétales s'individualisent (cf. d'avant en arrière sur la photo nº 11).

La partie la plus basse peut être occupée par une mare temporaire (A 4 du couple).

En limite de la mare, s'installe une ceinture de touffes d'*Eragrostis gangetica*.

En bordure de la dépression, la prairie à *Loudetia togoensis* et *Microchloa indica* est envahie par les termitières champignons (A 3 du couple).

d) *Colluvions sableuses de bas de pente* (B. du couple et photo nº 12).

Critères photographiques :

— zônes subhorizontales en bordure des plateaux,
— grisé plus soutenu,
— arbres isolés,
— arbustes disséminés en têtes d'épingle,
— parcelles de cultures nombreuses et de teinte blanchâtre.

Végétation et valeur pastorale :

— strate arborée très claire à *Parkia biglobosa* et *Butyrospermum parkii*, espèces protégées pour leurs fruits,
— strate arbustive disséminée à *Terminalia avicennioides* et *Guiera senegalensis*,
— savane boisée périodiquement cultivée en sorgho et arachides,
— les faciès de jachères anciennes à *Andropogon gayanus* et *Andropogon pseudapricus* constituent de bons pâturages (sur la photo 12 cette végétation est représentée par la savane arborée située en arrière plan).

e) *Alluvions sablo-argileuses des lits majeurs de cours d'eau* (E du couple et photo nº 12).

Critères photographiques :

— bas-fond de forme très évasée.
— teinte gris foncé avec phénomènes de moirages,
— arbustes rares,
— nombreuses parcelles de cultures de teinte grisâtre.

Végétation et valeur pastorale :

— savane herbeuse à *Hyparrhenia rufa* et *Brachiaria fulva*,
— rares *Terminalia macroptera*,
— souvent cultivée en rizière « haute »,
— constitue un bon pâturage de saison sèche,

(sur la photo nº 12 végétation du premier plan où les animaux délaissent les chaumes d'*Hyparrhenia rufa* pendant que sont rasées les feuilles basilaires du même *Hyparrhenia* et les touffes de *Brachiaria fulva*.)

3º *Savanes subguinéennes.*

localisation :
ranch de Toumodi (Rép. de Côte d'Ivoire)
6º 50'N./ 5º 2'W

couple stéréoscopique n° 3 :

photos au 1/50.000 n° 38 et 39 de la mission I. G. N. 1961-62,

NB 30 XIII.

Photo panoramique :

photo n° 13,

— en avant, roneraie à *Elymandra androphila*,

— en arrière, traversée de la vue par une forêt galerie,

— au fond, collines métamorphiques avec des fragments de forêts en tête de thalweg.

Interprétation du couple stéréoscopique. — Six formations végétales sont individualisées.

a) *Forêt de plateau granitique* (n° 1 du couple).

Critères photographiques :

— sommet de plateau à relief peu accusé,

— strate arborée assez dense avec des arbres caractérisés par leur couronne blanchâtre de forme amiboïde,

— strate arbustive très dense de teinte très sombre.

Végétation et valeur pastorale :

— forêt dense sèche sans intérêt pastoral. Les agriculteurs y cultivent du manioc après défrichement.

b) *Savane arbustive* (n° 2 du couple).

Critères photographiques :

— strate arborée pratiquement absente,

— strate arbustive dense à diffuse, représentée par des taches en relief sombre, plus ou moins disséquées.

Végétation et valeur pastorale.

Savane arbustive due probablement à la dégradation de la forêt sèche par répétition des cultures de manioc.

La strate arbustive est dominée par *Bridelia ferruginea* et *Piliostigma thonningii*. La strate herbacée à *Hyparrhenia subplumosa*, *Schizachyrium platyphyplum*, *Diectomis fastigiata*, *Monocymbium ceresiiforme* et *Euclasta condylotricha* constitue un excellent pâturage à condition que les arbustes soient assez dispersés.

c) *Savane à roniers* (n° 3 du couple).

Critères photographiques :

— pente de plateau à pendage faible,

— strate arbustive nulle,

— strate arborée clairsemée caractérisée par de petits flocons flottant au-dessus du sol,

— strate herbacée caractérisée par un grisé très clair.

Végétation et valeur pastorale.

Roneraie à strate herbacée dominée par *Elymandra androphila* et *Schizachyrium semiberbe*. Cette formation sur granite plus ou moins cuirassé constitue un pâturage moyen où un bovin N'Dama peut être entretenu sur 3 à 4 ha.

d) *Savane de bas de pente* (n° 4 du couple).

Critères photographiques :

— bas de pente présentant souvent de nombreuses microravines,

— flocons de roniers rares,

— strate arbustive nulle.

Végétation et valeur pastorale.

Cette savane herbeuse sur colluvions sableuses à *Schizachyrium semiberbe* et *Andropogon schirensis* constitue un bon pâturage à la condition d'être exploitée toute l'année.

e) *Forêt galerie* (n° 5 du couple).

Critères photographiques.

Thalweg occupé par une forêt dense de teinte sombre d'où émergent les couronnes blanchâtres de quelques arbres de grande taille.

Végétation et valeur pastorale.

C'est une forêt ripicole sur alluvions argilo-limoneuses qui est parfois défrichée pour des plantations de café et cacao.

Elle est sans intérêt pastoral. Le marigot temporaire qui la parcourt peut servir à l'abreuvement des troupeaux. Mais ceux-ci risquent d'y être infestés par les tsé-tsé.

f) *Forêt de têtes de thalwegs sur collines.*

Critères photographiques :

— relief très accusé, pente forte,

— massif forestier accroché au creux d'une tête de thalweg,

— strate arbustive dense exprimée par une tache sombre homogène en léger relief,

— strate arborée lâche, moins élevée qu'en galerie.

Végétation et valeur pastorale.

Forêt dense sèche sans intérêt pastoral.

L'élaboration de la carte définitive comprend :

A) L'interprétation systématique des photos du périmètre à étudier avec cartographie de toutes les trames photographiques et transformation de ces trames en ensemble agrostologiques d'après la clef des critères établie par l'agrostologue sur le terrain.

B) Une mise à l'échelle par procédés variables suivant les cas :

a) Ou il existe une carte régulière de la région (exemple : le 1/200. 000e IGN) et dans ce cas on recale la carte agrostologique sur le fond planimétrique.

b) Ou il n'existe pas de carte sur la zone à étudier et dans ce cas lors de l'établissement de la carte agrostologique, l'interprétateur assure en même temps les tracés planimétriques, topographiques et morphologiques. Ensuite on fait un assemblage de tous les calques de chacune des photos interprétées par le procédé de Triangulation par plaques à fentes radiales (T. P. F. R.).

Ce procédé assure toujours une échelle homogène au montage et de plus une échelle exacte si l'on dispose de points astronomiques suffisants pour caler la T. P. F. R.

c) *Le dessin* et *l'impression* de la carte.

L'échelle définitive tient compte des précisions exigées par l'importance de l'étude.

Avec des photos au 1/50.000 la carte est dressée au 1/50.000, au 1/100.000 ou au 1/200.000 et avec des missions spéciales au 1/20.000, la carte devient du 1/25.000 ou du 1/50.000.

Déjà en 1950, des cartes de végétation avec couleurs, symboles et trames furent réalisées en zone tropicale d'Afrique par G. ROBERTY (28).

Devant la nécessité de cartographier la végétation dans le but de préciser la valeur pastorale des différents groupements, nous avons dû adopter des principes cartographiques différents :

Sur un fond planimétrique, la végétation est précisée par une couleur indiquant le caractère écologique dominant, et la valeur du pâturage, par une trame.

Les nécessités techniques de la reproduction nous obligent à limiter à 5 le nombre des couleurs employées : noir, marron, rouge, jaune, bleu.

Fond planimétrique.

Le bleu est utilisé pour l'hydrographie. Un trait bleu indique une rivière ou un oued. Un aplat bleu par pointillé, indique une mare temporaire si l'aplat est clair, et une mare permanente si l'aplat est foncé. Un puits est signalé par un cercle plein de teinte bleue.

Le marron foncé, est utilisé pour signaler l'activité humaine. Une tache géométrique de teinte pleine, indique une ville et une tache hachurée, un village. Les pistes importantes sont signalées par deux traits parallèles et les pistes secondaires par un trait plein. Les nadirs de vues aériennes sont indiqués par un cercle suivi du numéro de la photo.

Le marron clair est réservé aux accidents de relief rocheux. Une crête est indiquée par un trait plein, une falaise par un trait pectiné, un piton par un cercle pectiné extérieurement et un sommet par un triangle équilatéral.

Les crêtes des dunes principales sont, par contre, signalées par un trait jaune.

Types de pâturages.

Chaque type de pâturage, est délimité par un trait noir et représenté par une couleur indiquant la nature du caractère écologique dominant. Ce caractère est généralement influencé par les conditions hydriques de la station, conditions dépendant elles-mêmes étroitement de la position topographique et de la nature du sol.

Nous avons adopté l'échelle des couleurs utilisée habituellement pour les cartes écologiques, allant du violet pour les stations chaudes et humides, au rouge pour les stations sèches et chaudes, et préconisée en 1958 par H. GAUSSEN (11) et P. REY (27). C'est ainsi que :

— Le violet-lilas, formé de hachures rouges et bleues entrecroisées mais dont les hachures rouges sont plus serrées, indique un pâturage sur sol argileux engorgé et inondé assez longtemps.

— Le violet-bleu, formé de hachures rouges et bleues équidistantes, indique un pâturage sur sol argilo-sableux inondé temporairement.

— Le vert, formé de hachures bleues et jaunes entrecroisées et équidistantes, indique un pâturage sur sol argilo-sableux inondé accidentellement.

— Le vert-jaune, formé de hachures bleues et

jaunes entrecroisées dont les hachures jaunes sont plus serrées, indique un pâturage sur sol sablo-argileux, fréquemment engorgé.

— Le jaune foncé, formé d'un pointillé jaune, indique un pâturage sur sable peu ondulé, à bonne rétention en eau.

— Le jaune clair, formé de hachures jaunes, indique un pâturage sur formations dunaires sableuses, très filtrantes.

— La teinte orange, formée de hachures jaunes et rouges entrecroisées, indique un pâturage sur socle schisteux peu décomposé.

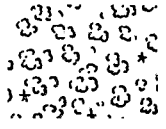
— Des cercles roses sur pointillé jaune ou fond blanc indiquent un pâturage sur manteau de cailloutis (rag) recouvrant un socle schisteux ou gréseux.

— Le rose clair, formé de hâchures rouges, indique un pâturage sur formations plus ou moins cuirassées.

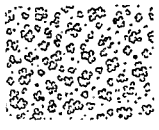
— Le rose foncé, formé d'un pointillé rouge, indique un pâturage sur massif gréseux recouvert d'un sol peu épais.

Lorsque les pâturages présentent un aspect densément arboré ou arbustif, cette particularité est spécifiée par des signes noirs en surimpression sur la teinte de fond.

— faciès arbustif :



— faciès arboré :



Valeur des pâturages.

La valeur des pâturages est spécifiée par une trame noire en surimpression sur la teinte de fond (cf. tableau des trames).

Une trame horizontale signale un bon pâturage.

Lorsque la trame est serrée, le pâturage est bon toute l'année. Si la trame est lâche, il est particulièrement bon au cours de la saison sèche.

Un pâturage moyen est indiqué par une trame oblique. La trame inclinée vers la gauche précise que le pâturage est de valeur moyenne toute l'année, alors que la trame inclinée vers la droite indique un pâturage moyen à condition d'être exploité pendant la saison des pluies.

Enfin un pâturage médiocre est signalé par une trame verticale.

Les types de pâturages définis par le climat et les conditions écologiques de leur station sont parfois modifiés sous l'action de l'homme, tant dans leur composition floristique que dans leur valeur fourragère. Mais lorsque l'action humaine cesse de se faire sentir, le pâturage récupère composition floristique et valeur fourragère d'origine. C'est pourquoi ces états temporaires ne sont signalés que par une modification de la trame :

Les traits continus sont remplacés par des tirets si l'évolution du pâturage est due à des mises en cultures, ou par des pointillés si le pâturage est dégradé par les troupeaux.

La carte à elle seule ne peut pas contenir tous les renseignements issus du travail sur le terrain. Elle ne constitue qu'un résumé du rapport et son intérêt est, avant tout, de localiser les différents types de pâturages étudiés par ailleurs.

CONCLUSION

La méthode de travail que nous venons de présenter comprend :

1° un inventaire détaillé de la végétation qui s'effectue par relevés phytosociologiques d'aires minimales réparties dans différents individus de groupements végétaux. La comparaison des relevés aboutit à une série de types de pâturages caractérisés par leur composition floristique et les conditions écologiques de leurs stations spécifiques.

2° La composition floristique de chaque type est précisée par des relevés de bandes d'interception sur quelques individus de groupements caractéristiques. L'étude statistique de ces relevés permet d'apprécier avec plus d'exactitude la fréquence des espèces, ainsi que le couvert de base si les espèces vivaces sont abondantes.

3° La valeur fourragère de chaque type de pâturage est précisée par des fauchages systématiques répartis au hasard, et des prélèvements aliquotes sont effectués en vue d'apprécier la valeur bromatologique des pâturages et leur composition en oligo-éléments :

a) 5 placeaux de 4 m² répartis au hasard sur un quart d'ha non pâturé permettent d'évaluer

le potentiel pâturable, pour chaque saison caractéristique.

b) La fauche périodique de 25 m² mis en défens, permet d'évaluer le rendement du pâturage avec respect des temps de repos optimaux.

c) La productivité des pâturages est contrôlée par des pacages périodiques de 2.500 m², précédés de l'évaluation du rendement et suivis de l'appréciation des refus sur 5 placeaux de 4 m².

L'évolution du couvert herbacé des parcelles traitées, est contrôlée par des relevés de bandes d'interception. Les résultats obtenus peuvent être soumis au test de χ^2, ce qui pemet de juger si l'évolution est significative au seuil de probabilité de 5 p. 100.

4º La cartographie des pâturages réalisée grâce au concours de la photo-interprétation de vues aériennes termine les travaux. Chaque type de pâturage est représenté par une couleur significative de son écologie et par une trame précisant sa valeur fourragère. La légende précise autant que possible, la plante appétée dominant dans le type de pâturage considéré.

L'utilité de telles études varie selon les régions. En zone sahélienne, la cartographie des pâturages steppiques permet :

— d'évaluer le cheptel optimal d'une région,

— d'établir un programme hydraulique conforme au potentiel local en pâturages.

— de planifier la rotation des pâturages en prévoyant la fermeture périodique de puits, en relation avec les saisons favorables au pacage des types de pâturages dominant localement,

— de connaître l'évolution probable des pâturages sous l'action d'un pacage intense et d'en stopper l'exploitation par fermeture de puits lorsque la végétation atteint un stade critique déterminé par expérimentation.

En région de savanes soudaniennes et subguinéennes, l'étude et la cartographie des pâturages naturels précisent les possibilités d'une région en matière d'élevage. En vue d'une association harmonieuse entre les activités de l'agriculture et de l'élevage il est donc très utile d'intégrer ces études dans le cadre de projets d'aménagement rationnel de terroirs et d'aménagements hydroagricoles. Dans ces régions, le développement des prairies temporaires pose des problèmes de charge en bétail qui sont résolus de façon acceptable par la technique d'évaluation de la productivité et du contrôle de l'évolution du pâturage par pacage périodique de parcelles de 2.500 m², avec relevés annuels de bandes d'interception.

Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux
Service d'Agrostologie

Géotechnip
Rueil-Malmaison.

SUMMARY

A method of study and mapping tropical pastures

The technique which we have put forward consists of :

1) A detailed classification of the vegetation. This is done by phytosociological surveys of minimal areas situated in different vegetation groups. The comparison of these surveys shows a series of various types of pastures characterized by their floral components and ecological conditions specific to them.

2) The floral components of each type of pasture are obtained from a grid survey of a few examples of each characteristic group. A statistical survey of these results enables us to assess with greater exactitude the species frequency and the basic cover if the perennial species are abundant.

3) The forage value of each type of pasture is determined by random sampling ; aliquot samples are made for the determination of the nutritional value of the pastures and their trace-element content :

a) Five plots of 4 m², taken at random in a quarter of an hectare of ungrazed land, to assess the grazing potential for each specific season.

b) Periodical cutting of 25 m² of ungrazed land to evaluate the exact yield of the pasture allowing for optimum fallow intervals.

c) The productivity of the pastures is determined by periodical grazing on 2,500 m² areas, preceded by the estimation of the yield, and followed by the assessment on five plots of 4 m² of the unpalatable material.

The estimation of the herbaceous cover is obtained from a grid survey. The χ^2 Test can be applied to the results, thus indicating whether development is significant to the 5 % level of probability.

4) The survey is completed by constructing a map based upon aerial photographs. Each type of pasture is represented by a specific colour according to its ecology and a symbol indicating its forage value. The symbols should give as much detail as possible for the dominant edible plant in the type of pasture considered.

The value of such surveys varies according to regions. In the Sahelian zone the mapping of the steppe pasture land permits :

— the assessment of the optimal number of head of cattle for a region ;

— the establishment of a hydrological programme in harmony with the local pasture potential ;

— the establishment of a rotary system of grazing by the regular closing of wells in relation to optimal time of year for grazing the dominant local vegetation ;

— to assess the probable development of the pastures under intensive grazing which is controlled by closing the wells at critical times determined by experimentation.

In the Sudanese and sub-Guinean savannah region the map survey of natural pastures shows the stock-breeding potentialities of a given area. It is therefore extremely important to take these studies into consideration when establishing projects for rational utilization of land and when planning hydro-agricultural programmes. In these areas the development of temporary pastures gives rise to serious problems regarding the quantity of stock carried. This problem is satisfactorily solved by the assessment of productivity and the control of pasture development by periodical grazing of 2,500 m² areas, and by carrying out annual grid surveys.

RESUMEN

Metodo de estudio y de cartografia de los pastos tropicales

Los autores presentan un método de trabajo que comprende, en primer lugar, un inventario detallado de la vegetación, que se efectúa por levantamientos fitosociológicos de zona mínimas repartidas en distintos individuos de agrupaciones vegetales. La comparación de los levantamientos da lugar a una serie de tipos de pastos caracterizados por su composición florística y las condiciones ecológicas de sus estaciones específicas.

El valor forrajero de cada tipo de pastos queda precisado por siegas metódicas efectuadas sin preferencia. Estas siegas son efectuadas periódicamente, respetàndose los tiempos de reposo óptimos y las partes de plantas inapetibles quedando eliminadas de las pesadas por medio de la evaluación del rendimiento.

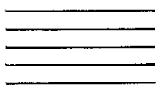
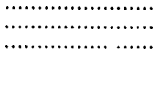
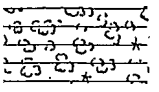
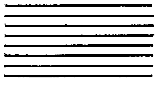
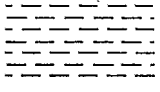
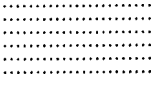
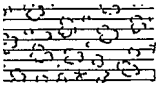
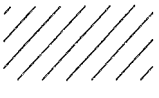
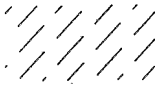
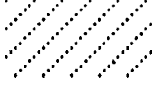
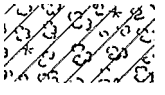
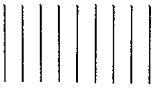
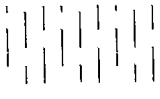
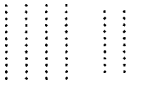
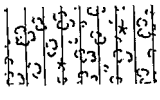
Se efectúan muestreos alicuotos con objeto de apreciar el valor bromatológico de los pastos y su composición en oligoelementos.

La productividad de los pastos queda controlada por apacentamiento periódico de parcelas de 2.500 m² establecidos en los tipos de pastos caracteristicos. La evolución de la cobertura herbácea de las parcelas tratadas queda controlada por medio de levantamientos de líneas de intercepción. Los resultados obtenidos pueden quedar sometidos a la prueba de χ 2, lo cual permite juzgar si la evolución es significativa en el umbral de probabilidad de 5 por 100.

La cartografía de los pastos, relalizada por medio de la fotointerpretación de las vistas aéreas, finaliza los trabajos. Cada tipo de pasto queda representado por un color significativo de su ecología y por una retícula que precisa su valor forragero.

BIBLIOGRAPHIE

1. BAEYENS (F.), BOUDET (G.), KOECHLIN (J.). — **Contribution de la photo-interprétation à l'étude et à la cartographie des pâturages tropicaux.** Communication au Symposium sur la photo-interprétation. Delft (Hollande). Archives internationales de photogrammétrie Delft 1963, **14** : 223-5.
2. BOUDET (G.), DUVERGER (E.). — **Etude des pâturages naturels sahéliens. Le Hodh (Mauritanie).** Vigot édit. Paris, 1961.
3. BRAUN-BLANQUET (J.). — **Plant sociology.** Macgraw Hill édit. New-york and London 1932.
4. BROWN (D.). — **Methods of surveying and measuring vegetation.** Commonwealth agricultural Bureaux 1954 (Bull. 42).
5. Commonwealth Bureaux of Pastures and field Crops, Hurley : — **Research techniques in use at the grassland research institute Hurley.** *Commonwealth agr. Bureaux* 1961 (Bull. 45).
6. COMPÈRE (R.). — **Productivité et caractéristiques bromatologiques de l'herbe de quelques types de pâturages étudiés à la station de Mulungu (Kivu).** : *Bull. Agr. Congo* : 1961, **10** (1) : 61-93.
7. DUVIGNEAUD (P.). — **Les savanes du Bas-Congo. Essai de phytosociologie topographique.** *Rev. Lejeunia* 1950 (10).
8. EMBERGER (L.), MANGENOT (G.), MIÈGE (J.). — **Existence d'associations végétales typiques dans la forêt dense équatoriale.** *C. R. Acad. Sci.* 1950, **231** : 640-2 ; 812-4.
9. EMBERGER (L.), GOUNOT (M.), IONESCO (I.), LONG (G.), ROUSSINE (N.). — **Description et mode d'emploi d'une fiche de relevé pour l'inventaire de la végétation, en vue de l'établissement des cartes de groupements végétaux.** *Bull. Serv. Carte phytogéographique*, série B, C. N. R. S. 1957, **2** (2) : 7-24.
10. **Etude des pâturages de la zone soudanienne.**
    I. — CHARREAU (C.) et DOMMERGUES (Y.). — Pédologie.
    II. — ADAM (J.). — Botanique systématique.
    III. — DERBAL (Z.), PAGOT (J.), LAHORE (J.). — Etudes expérimentales sur l'utilisation l'exploitation, l'amélioration des pâturages naturels et la création des pâturages artificiels. Vigot édit. Paris, 1959.
11. GAUSSEN (H.). — **L'emploi des couleurs en cartographie.** *Bull. serv. carte phytogéographique*, série A, C. N. R. S., 1958, **3** (1) : 5-10.
12. GILLET (H.). — **Etudes des pâturages du ranch de l'Ouadi-Rimé.** *J. Agr. trop. Bot. appl.* 1960, **7** (11) : 158.
13. GILLET (H). — **Pâturages sahéliens, le ranch de l'Ouadi-Rimé.** *J. Agr. trop. Bot. appl.*, 1961, **8** (10-11) : 210.
14. GOUNOT (M.). — **Les méthodes d'inventaire de la végétation.** *Bull. serv. carte phytogéographique* série B, C. N. R. S., 1961, **6** (1) : 7-73.
15. GUINOCHET (M.). — **Logique et dynamique du peuplement végétal.** Masson édit. Paris, 1955.
16. HAVARD-DUCLOS (B.). — **Pâturages et fourrages tropicaux.** 1-pâturages tropicaux. Maison rustique, édit. Paris 1952.
17. JACQUES-FÉLIX (H.). — **Ecologie des herbages en Afrique intertropicale.** *Agro. trop.*, 1956, **9** (2) : 217-33.
18. KOECHLIN (J.). — **La végétation des savanes dans le Sud de la République du Congo-Brazzaville.** Charité, édit. Montpellier, 1961.
19. LAMOTTE (M.). — **Introduction à la Biologie quantitative.** Masson, édit. Paris, 1948.
20. LEBRUN (J.). **Exploration du Parc National Albert, la végétation de la plaine alluviale au sud du lac Edouard.** *Inst. Parcs Nationaux. Bruxelles*, 1947 : 2 vol.

	Naturel	de Jachères	Dégradé	A forte strate arbustive
Pâturage bon en saison sèche				
Pâturage bon en toutes saisons				
Pâturage moyen toute l'année				
Pâturage médiocre à nul				

Nous présentons à titre d'exemple, un fragment de la carte des pâturages au 1/200.000 de la région de Kaedi-M'bout (Rép. de Mauritanie).

Cette esquisse de cartographie de pâturages sur deux degrés carrés, a pu être réalisée par photo-interprétation grâce aux études effectuées sur place pendant deux ans par M. MOSNIER. Le résultat des travaux a fait l'objet d'un rapport détaillé (24) et une carte au 1/50.000 d'un quart de degré carré a été réalisée et vérifiée sur le terrain par l'auteur.

Photo 1. — Relevé d'une bande d'interception

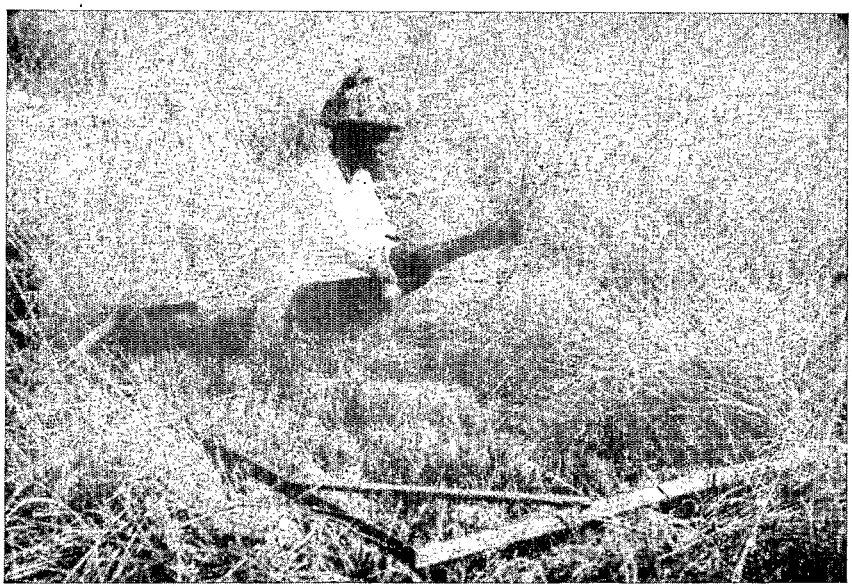
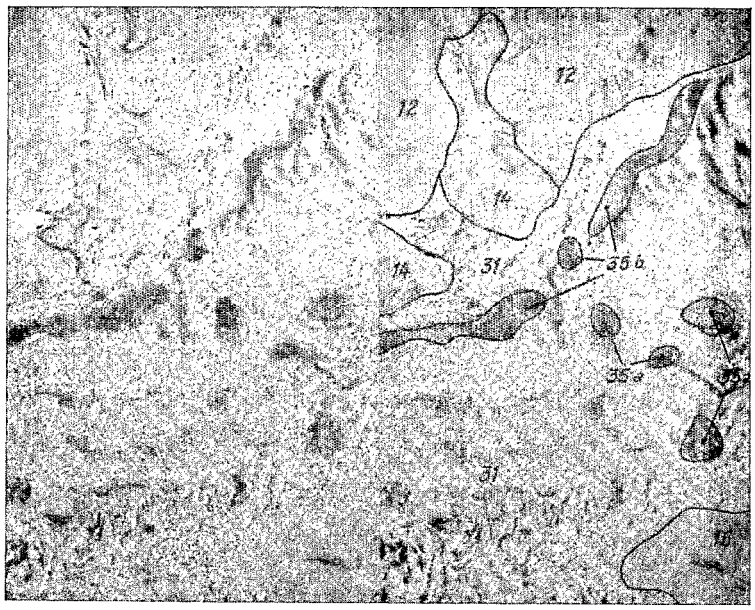


Photo 2. — Fauchage d'un carré de 4 m² pour l'évaluation de la valeur bromatologique



Couple stéréoscopique nº 1

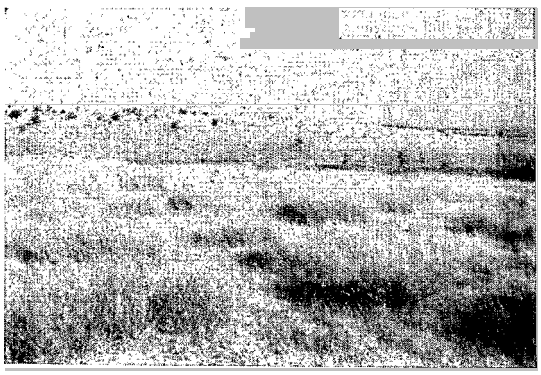


Photo 3. — Pâturage 12

Photo 4. — Pâturage 14

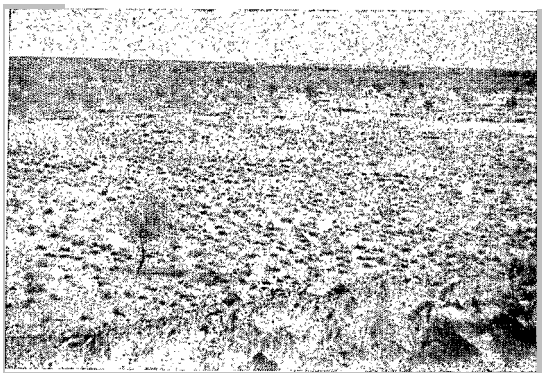


Photo 5. — Pâturage 16

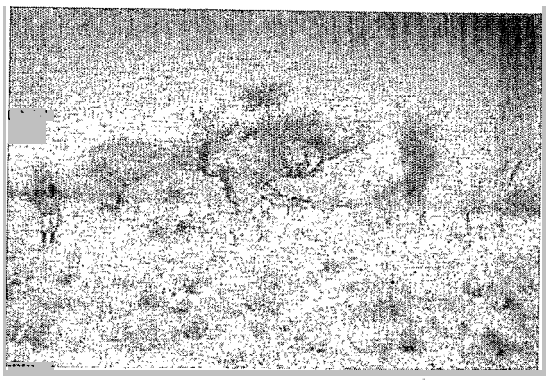


Photo 6. — Pâturage 31

Photo 7. — Pâturage 35 *a*

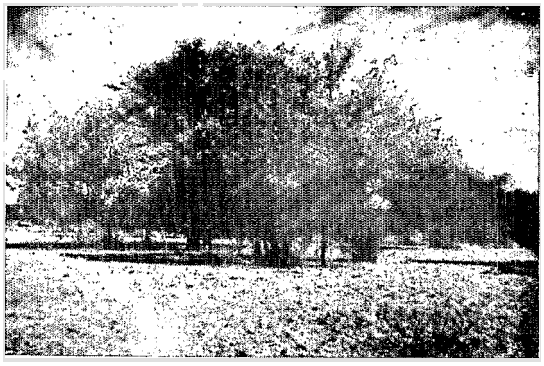
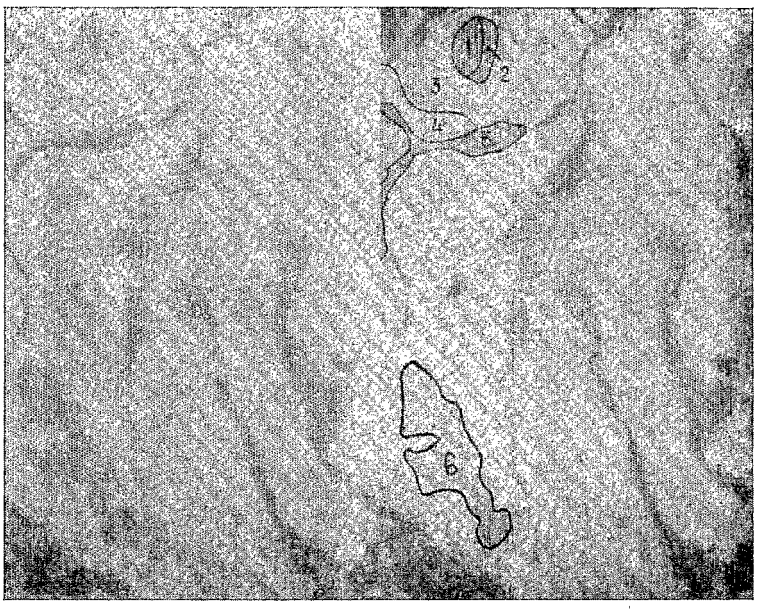


Photo 8. — Pâturage 35 *b*



Couple stéréoscopique n°3

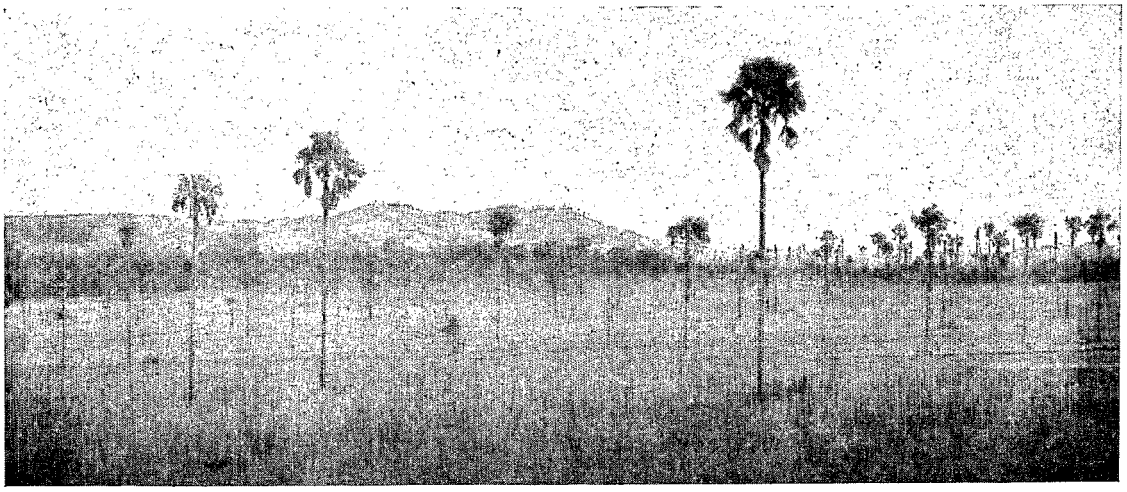
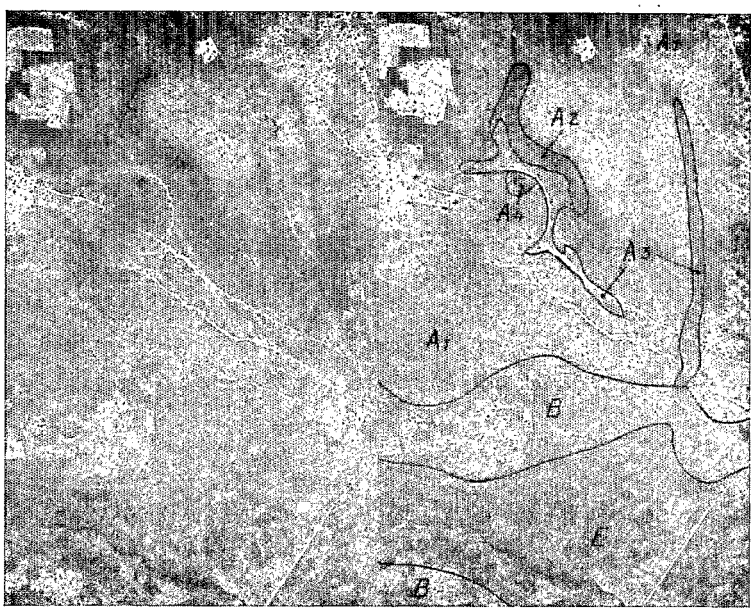


Photo 13. — Savanes sub-guinéennes



Couple stéréoscopique nº 2

Photo 9. — Pâturage A1.

Photo 10. — Pâturage A2.

Photo 11. — Pâturages A3 et A4.

Photo 12. — Pâturages B et E.

21. LONG (G.). — **Description d'une méthode linéaire pour l'étude de l'évolution de la végétation.** *Bull. serv. carte phytogéographique*, série B, C. N. R. S., 1958, **3** (2) : 107-28.

22. MAINGUY (P.). — **Les herbages tropicaux. Revue synoptique des principes des méthodes d'étude. Application à l'échantillonnage de la végétation.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays. trop.*, 1958, **11** (3) : 305-38.

23. MONNIER (F.). — **La station fourragère de Wakwa dans l'Adamaoua camerounais. Programme d'étude et premières réalisations.** Rap. dact., 1959 : 284 et *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 1961, **14** (4) : 500-4.

24. MOSNIER (M.). — **Pâturages naturels sahéliens : région de Kaédi (Mauritanie).** Rap. dact., 1961 : 157.

25. PAGOT (J.) DERBAL (Z.) LAHORE (J.). — **Méthode pratique d'analyse floristique des pâturages tropicaux.** *Rev. Elev. Méd. vét. Pays. trop.*, 1954, **7** (3) : 173-75.

26. PORTÈRES (R.). — **Les prairies sur complexe coenotique des savanes du Néogène sublittoral de la côte d'Ivoire.** *J. Agr. trop. Bot. appl.*, 1956 (3) : 587-90.

27. REY (P.). — **La cartographie botanique en couleurs.** *Bull. serv. carte phytog. série* A, C. N. R. S., 1958, **3** (1) : 11-19.

28. ROBERTY (G.). — **Carte de la végétation de l'A. O. F.,** feuilles de Thiès et Bouaké. Paris, 1950.

29. SCHNELL (R.). — **Sur l'origine des savanes de la région des monts Nimba.** *Bull. Soc. Bot. France*, 1954 (92) : 249-51.

30. Service de l'Elevage et des Industries animales de la Mauritanie. Circulaire n° 1052 du 10. 8. 56 (4 p. 2 pl.).

31. TROCHAIN (J.). — **Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal. I. F. A. N.,** Mémoires n° 2 Dakar, 1940.

32. TROCHAIN (J.). — **Accord interafricain sur la définition des types de végétation de l'Afrique tropicale.** *Bull. I. E. C.* Brazzaville, 1957, 13-14 : 55-93.

33. VESSÉREAU (A.). — **Méthodes statistiques en Biologie et en Agronomie.** Baillière, édit. Paris, 1960.

34. VOISIN (A.). — **Productivité de l'herbe.** Flammarion, édit. Paris, 1957.

Imprimé en France. — Imp. JOUVE, 15, rue Racine, Paris (6e)

INSTITUT D'ÉLEVAGE ET DE MÉDECINE
VÉTÉRINAIRE DES PAYS TROPICAUX

REVUE D'ÉLEVAGE

ET DE

MÉDECINE VÉTÉRINAIRE

DES PAYS TROPICAUX

Une méthode d'étude et de cartographie des pâturages tropicaux

par G. BOUDET et F. BAEYENS

Tome XVI (nouvelle série) N° 2 — 1963

O.R.S.T.O.M. BIBLIOTHÈQUE
21 DEC. 1963

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS
23, rue de l'École-de-Médecine, PARIS-VI^e

24 AVR. 1974
O. R. S. T. O. M. Ex/
Collection de Référence
n° B 6801 Dot & Biol.