

RECHERCHES ECOLOGIQUES
SUR UNE SAVANE SAHELIENNE DU FERLO SEPTENTRIONAL,
SENEGAL : DESCRIPTION DE LA VEGETATION

par J.C. BILLE et H. POUPON *

Sur le plan botanique, la région de Fété Olé appartient au domaine Sahélo-soudanien d'Aubreville, puisqu'on y trouve déjà le baobab, des *Combretum*, *Sterculia setigera* et des graminées de grande taille comme les *Andropogon*. C'est une savane arbustive et arborée très ouverte et irrégulièrement soumise aux feux.

Compte tenu de l'isolement et des difficultés d'accès à la zone d'étude choisie, l'influence de l'homme est peu apparente (fig. 1). Les mesures ont été effectuées sur une aire d'un kilomètre carré totalement protégée.

On sait que l'altitude moyenne de cette zone est de l'ordre de 40 mètres et que le relief y est faible. Il s'agit d'un ensemble de dunes de sable dont le modelé a été adouci et remanié, de sorte que l'orientation Nord-Est - Sud-Ouest des alignements dunaires a presque disparu. Les points bas sont des dépressions fermées où l'eau s'accumule pendant la saison des pluies.

Dans la suite du texte, le terme sommet désigne les parties hautes des dunes, le terme dépression les parties basses et le terme replat des méplats situés le long des pentes, étant bien entendu que la dénivellation maximum ne dépasse guère 4 mètres.

En raison du climat subdésertique, la majorité des plantes herbacées effectuent leur cycle de végétation en deux à trois mois. Pour les ligneux, si certains phénomènes annuels se reproduisent de façon assez constante (apparition des feuilles chez les espèces à feuillage caduc, floraison du « baobab des chacals » *Adenium obesum* par exemple), beaucoup d'arbres sont capables d'avoir des fleurs ou des fruits à contre-saison et toute une étude sera nécessaire pour définir exactement les moments où la récolte de fruits est maximale pour chaque espèce.

(*) Travail réalisé avec la collaboration temporaire de M. Bocoum et C. Perrière. Adresse des auteurs : Station d'Ecologie ORSTOM. BP 20, Richard-Toll, Sénégal.



Figure 1. — La végétation sahélienne du quadrat. Un baobab isolé domine les arbustes épars ; le tapis herbacé est clairsemé et irrégulier en début de saison sèche.

En outre, le vieillissement rapide des feuilles et la défoliation partielle de certains arbres ne permettent pas plus de définir a priori l'époque la plus apte à juger de ces éléments. Ainsi, la défoliation de *Guiera* et *Balanites* en saison sèche n'est que partielle ; *Acacia*, *Guiera* et *Grewia* fleurissent au début des pluies, *Balanites* et *Commiphora* vers la fin de cette saison, mais on peut trouver des *Acacia* en fleurs en saison sèche. Les fruits sont généralement mûrs en pleine saison sèche.

En dehors des 19 phanéropytes reconnus à l'intérieur même de la zone de référence, les végétaux se répartissent comme suit :

	Géophytes	Hémicrypto- phytes	Thérophytes
Graminées		4	30
Papilionacées		2	4
Cyperacées		2	3
Convolvulacées		1	4
Capparidacées			4
Rubiacées			4
Molluginacées			3
Autres familles	1	2	18
TOTAL	<u>1</u>	<u>11</u>	<u>70</u>

Par conséquent, la flore est pauvre et comporte environ deux tiers de plantes annuelles. Les graminées constituent un tiers des espèces, et encore certaines d'entre elles sont rares ou ne croissent que certaines années.

Dès la première pluie, un petit nombre d'espèces germent et/ou se développent, de sorte qu'il existe au début du mois d'août une strate herbacée très clairsemée qui semble ensuite disparaître partiellement, car elle est masquée par la grande vague du développement ultérieur.

Ces plantes précoces sont l'unique géophyte (*Pancratium*), quelques graminées (les *Cenchrus*, *Digitaria gayana*, *Elionurus*, *Tragus*, *Tripogon*), les petites Cypéracées (*Fimbristylis* et *Bulbostylis*) et une dizaine d'autres espèces : *Cleome*, *Monsonia*, Molluginacées, *Oldenlandia* et *Tribulus*. A la fin de cette période, le tapis végétal semble uniforme.

Alors ont lieu toutes les autres germinations, toujours en nombre très élevé. Il est possible que beaucoup de graines ne soient aptes à germer qu'après une certaine alternance d'hydratations et de dessications. Le phénomène a été partiellement vérifié expérimentalement ; il aurait l'avantage de garantir les plantes contre un démarrage de végétation suivant une pluie précoce isolée.

Il existe aussi un certain étagement des dates de fructification des plantes herbacées, à la fois entre les espèces différentes et à l'intérieur d'une même espèce. Ainsi, *Schoenefeldia* est l'une des dernières graminées à produire des épis, avec *Ctenium* et *Diheteropogon*, et plus généralement les espèces soudaniennes. Néanmoins, il ne faut pas perdre de vue que toutes les espèces ont un cycle court et que les différences dont il est question ici n'excèdent pas 15 jours. Elles seront donc inappréciables sur les courbes de biomasse.

METHODES D'ETUDE

Le dispositif d'étude comprenait :

- 75 lieux repérés où ont été réalisés en 1969 puis en 1970, des relevés floristiques.
- 200 mètres de lignes fixes permettant de suivre au cours de l'année l'évolution de la végétation.
- 240 plots, groupés en blocs de 8 plots, pour les mesures de production à partir de la méthode de Wiegert & Evans modifiée par Lomniki, Bandola et Jankowska (1968).

Pour les ligneux, une étude exhaustive a été faite sur 25 hectares, soit plus de 3 000 individus.

Afin d'avoir une représentation de la structure par âges des populations, on a mesuré sur l'ensemble des individus la hauteur

totale et la circonférence du tronc à 40 centimètres au-dessus du sol.

Le choix de la hauteur à laquelle a été mesurée la circonférence a été imposée par le fait que de nombreux arbustes sont ramifiés au-dessous de 1,3 mètre, hauteur à laquelle se fait plus habituellement la mesure (« breast height »). En outre, pour les espèces croissant en touffes, c'est-à-dire celles qui produisent plusieurs tiges dès le collet (*Grewia*, *Guiera*), on a pris la circonférence de la plus grosse des tiges.

Nous disposions, en outre, d'une couverture photographique aérienne réalisée avec des moyens d'amateur et les résultats de phyto-sociologie ont été traités au Centre de Calcul de la Faculté d'Orsay selon des programmes établis par M. Roux.

Il existe deux possibilités de comparer globalement les relevés floristiques : ou bien, on envisage pour chacun d'eux la présence ou l'absence de chacune de toutes les espèces reconnues, ou bien on tient compte en outre de l'importance de l'espèce exprimée par un coefficient d'abondance-dominance.

La comparaison mathématique des relevés utilise une analyse factorielle des correspondances : on considère les espèces et les relevés comme un ensemble de réalisations d'une variable aléatoire et les résultats sont exprimés en utilisant le plus petit nombre de ces variables par rotation des axes de référence.

Il devient alors possible de projeter les constellations d'espèces ou de relevés dans les plans définis par les axes pris deux à deux et d'obtenir des représentations parfaitement objectives de la plus ou moins grande affinité des données entre elles. On se limite généralement aux cinq premiers axes (Roux et Roux, 1957).

GROUPEMENTS VEGETAUX

On peut choisir pour un premier classement, l'image particulièrement lisible présentée fig. 2. Les relevés sont symbolisés par des signes en rapport avec leur emplacement : sur sommet, sous ombrage, sur pentes et replats, au centre ou en bordure de dépressions.

On distingue cinq nuages de points sur la projection, déterminant ainsi cinq associations ou groupes d'associations :

- un ensemble dense à l'extrême gauche,
- un ensemble plus lâche immédiatement à la droite du précédent, groupant des relevés réalisés dans deux conditions de terrain supposées différentes,
- un ensemble très lâche en haut et à gauche (végétation sciaphile),
- deux ensembles à droite : centre des dépressions et couronne boisée de ces mêmes points bas.

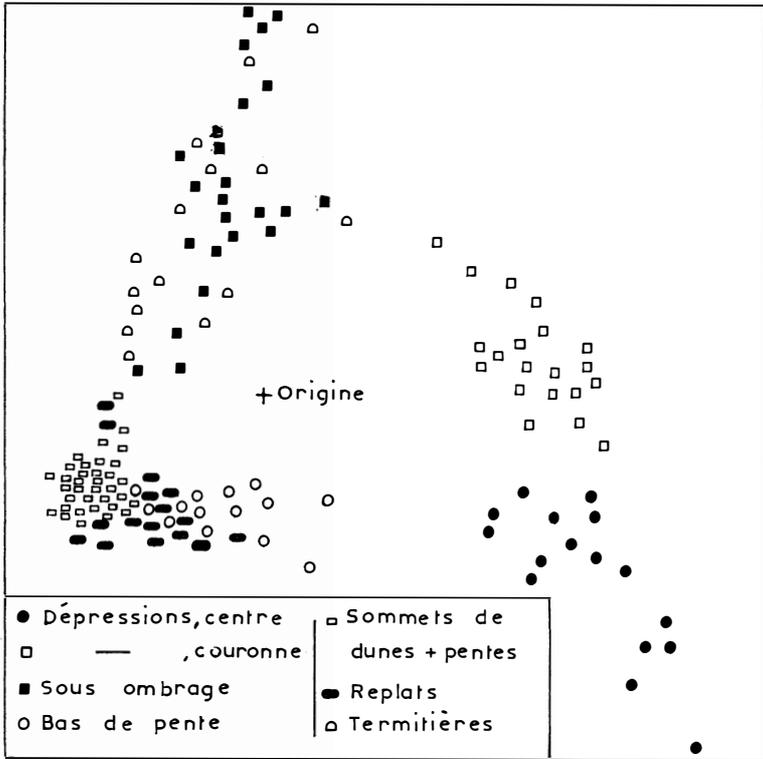


Figure 2. — Projection des points représentatifs des relevés de végétation selon les axes 3 et 4 (analyse mathématique de la végétation, méthode de G. et M. Roux, 1957).

Si on projette les points représentatifs des espèces, ces positions respectives se maintiennent et établissent des ensembles écologiques (fig. 3).

Pour des raisons de clarté, on a limité la représentation des espèces aux ligneux, Graminées et Papilionacées. Aux subdivisions précédentes correspondent :

- un ensemble surtout graminéen (1),
- un mélange très diffus de Graminées et Papilionacées qui semblent avoir une large amplitude écologique,
- un mélange de ligneux et de Graminées (4),
- une zone restreinte où n'existent presque que des arbres et arbustes (5),
- un autre ensemble de Graminées (7).

Des projections complémentaires font ressortir deux nouveaux groupes : l'un sur replats et l'autre sur termitières.

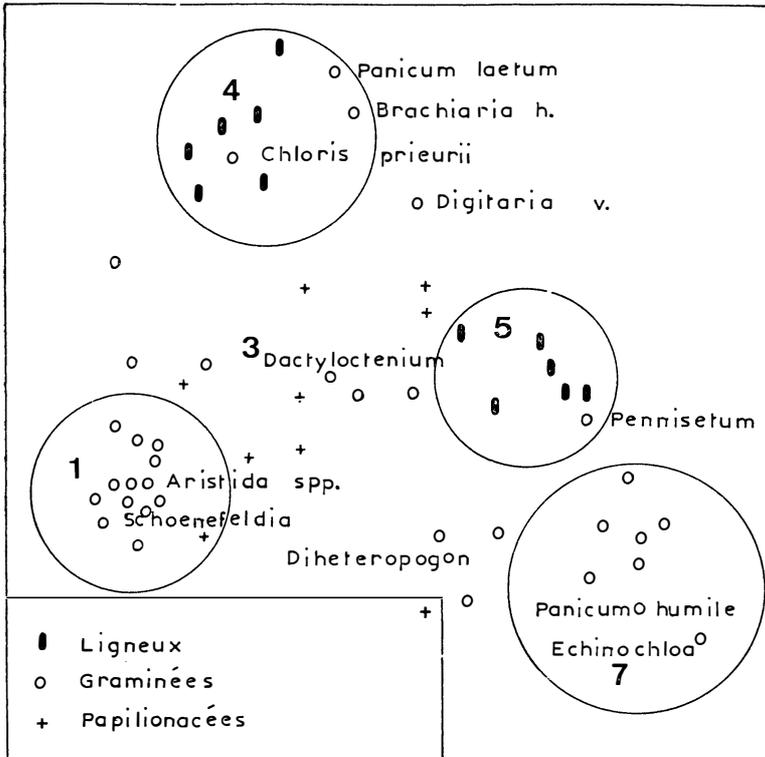


Figure 3. — Projection des points représentatifs des principales espèces et diversification des groupements (analyse mathématique de la végétation, méthode de G. et M. Roux, traitement abondance-dominance, axes 1 et 2).

Enfin, des critères physionomiques permettent de subdiviser :

a) La périphérie des dépressions en deux milieux selon que les graminées y sont présentes ou non.

b) Les sommets en deux facies en fonction de l'importance de la couverture végétale et des proportions des constituants de la strate herbacée : l'un à végétation plus dense, typique de l'association, l'autre à couverture clairsemée et participation graminéenne moindre.

Les groupements sont donc finalement au nombre de huit :

— GROUPEMENT 1 : (*Aristida mutabilis*, *Blepharis linariifolia*, *Schoenefeldia gracilis*, *Polycarpaea linearifolia*).

Il existe sur les sommets et pentes des dunes et forme les deux tiers de la couverture végétale. On y rencontre plus de 25 espèces et le groupement présente deux facies :

1 a) Facies à graminées nettement dominantes et végétation bien développée ; la couverture du sol est bonne, quoique étroitement liée au climat de l'année.

1 b) Une seule Graminée (*A. funiculata*) reste bien représentée et les plages nues sont nombreuses. En revanche, les petites Cypéracées sont plus abondantes et forment parfois des taches presque monospécifiques.

— GROUPEMENT 2 : (*Ctenium elegans*, *Aristida longiflora* et *A. stipoides*, *Cenchrus* spp).

C'est un groupement des replats moins caractérisé que le précédent car ses constituants ne sont pas toujours tous présents et il y a de nombreux termes de passage entre les groupements 1 et 2, par exemple : plages à *Eragrostis tremula* et *Cenchrus*.

— GROUPEMENT 3 : (*Diheteropogon hagerupii*, *Commelina*, *Dactyloctenium aegyptium* et Papilionacées).

Il suppose généralement une alimentation en eau assez favorable, et ses limites régressent en année sèche. Certains des constituants supportant l'ombrage et ce groupement est moins nettement héliophile que les précédents.

— GROUPEMENT 4 : (*Chloris prieurii*, *Brachiaria hagerupii*, *Panicum laetum*) ; (*Balanites*, *Commiphora*).

Les constituants existent concurremment ou séparément à l'ombre des ligneux, mais il est possible que le caractère sciaphile ne soit pas seul en cause ; *Chloris prieurii* pousse aussi sur l'emplacement d'anciennes souches. En outre, certaines zones d'ombre ne présentent pas le groupement 4 qui est remplacé par 1 ou 3.

— GROUPEMENT 5 : (*Pennisetum pedicellatum*, *Merremia aegyptiaca*, *Indigofera secundiflora*) ; (*Guiera*, *Combretum*).

Très proche de 4 dont il diffère surtout par *Pennisetum* et sa situation sous les ligneux des dépressions. Ses arbres et arbustes sont généralement différents, mais certaines espèces herbacées sciaphiles sont communes à 4, 5 et 6 : *Achyranthes*, *Ipomoea*, ou à 4 et 5 : *Digitaria velutina*.

— GROUPEMENT 6 : (*Triumfetta pentandra*, *Cassia tora*).

Caractéristique des points bas très ombragés et hydromorphes. Le tapis herbacé est toujours faible.

— GROUPEMENT 7 : (*Panicum humile*, *Andropogon* spp., *Echinochloa colona*, *Blainvillea*).

Il s'établit au centre des dépressions, en pleine lumière et comporte aussi de nombreux *Eragrostis* et presque toujours *Zornia glochidiata* qui peut remplacer une partie des graminées si l'année est peu humide et la submersion du sol de courte durée. Ce groupement est d'autant plus caractéristique que le sol est plus engorgé sur l'ensemble du profil.

— GROUPEMENT 8 : (*Tetrapogon spathaceus*, Cypéracées).

Sur les termitières ou leurs abords, la végétation est rare et variable ; éventuellement, on passe brutalement du sol nu au groupement 1 par l'intermédiaire d'une simple frange d'*Aristida funiculata* ou de *Chloris prieurii*.

REPARTITION DES LIGNEUX

Dans la mesure où certains groupes précédents sont définis par la présence d'arbres et arbustes, il est nécessaire de préciser leur répartition ainsi que la structure des populations ligneuses. Il y a en moyenne 133 arbres par hectare, dont :

- *Guiera senegalensis* : 53 %,
- *Balanites aegyptiaca* : 13 %,
- *Grewia bicolor* : 10 %,
- *Commiphora africana* : 8 %,
- *Acacia senegal* : 7 %,
- *Boscia senegalensis* : 7 %,
- Autres espèces : 2 %.

Cependant, les variations entre les différentes parcelles d'un hectare sont élevées, selon que chaque surface comprend ou non une dépression, car les creux sont très boisés.

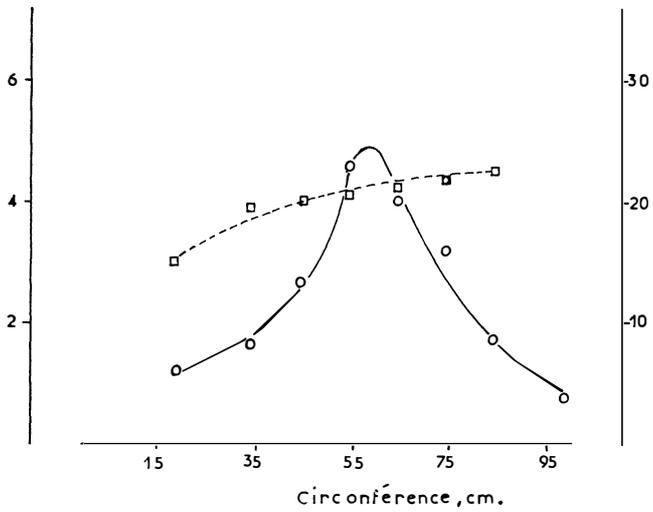
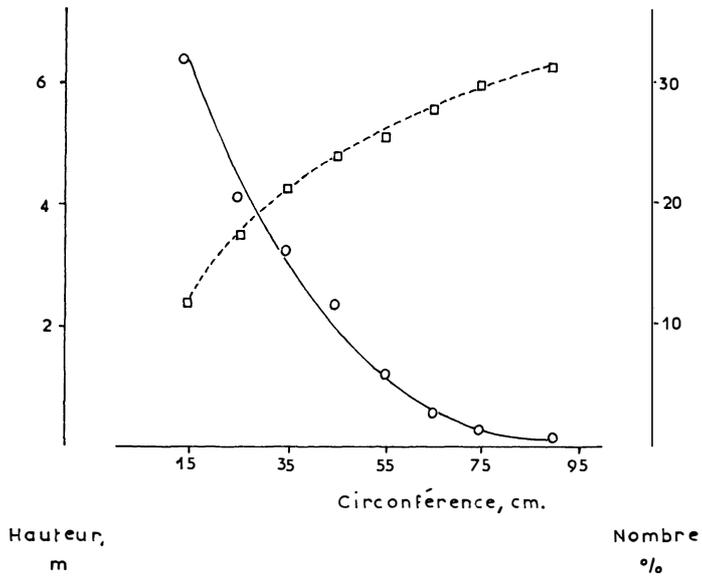
Il est donc préférable d'exprimer la densité des arbres par deux chiffres :

Individus par hectare		
	Parcelle sans dépression	Parcelle avec dépression
<i>Guiera</i>	51,3 ± 7,8	115,3 ± 41,6
<i>Grewia</i>	4,1 ± 2,5	39,1 ± 13,4
<i>Boscia</i>	4,6 ± 1,7	20,1 ± 6,3
<i>Acacia</i>	7,9 ± 2,9	15,3 ± 7,4
<i>Commiphora</i>	10,9 ± 3,8	12,0 ± 5,2
<i>Balanites</i>	19,0 ± 7,8	12,9 ± 6,3
TOTAL	100,5 ± 11,7	217,7 ± 40,3

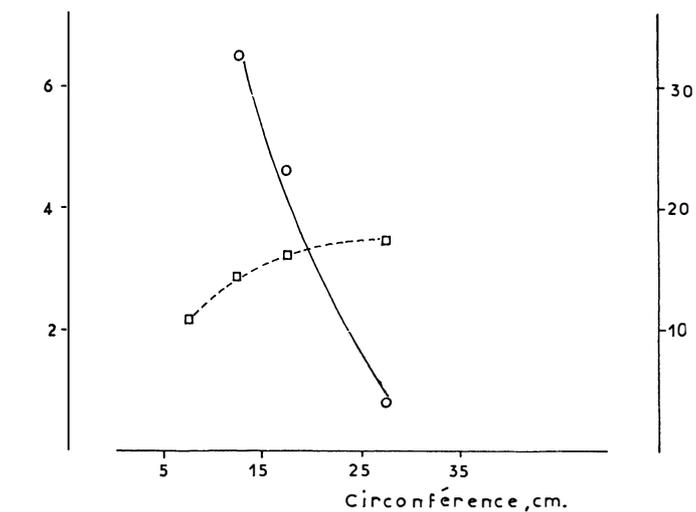
Nous limitons ici l'étude des populations aux quatre espèces les plus fréquentes.

Balanites aegyptiaca

La population est de type classique, les individus étant d'autant plus rares qu'ils sont plus grands. En ce qui concerne la hauteur, les indications du graphique (fig. 4) doivent être lues comme suit :

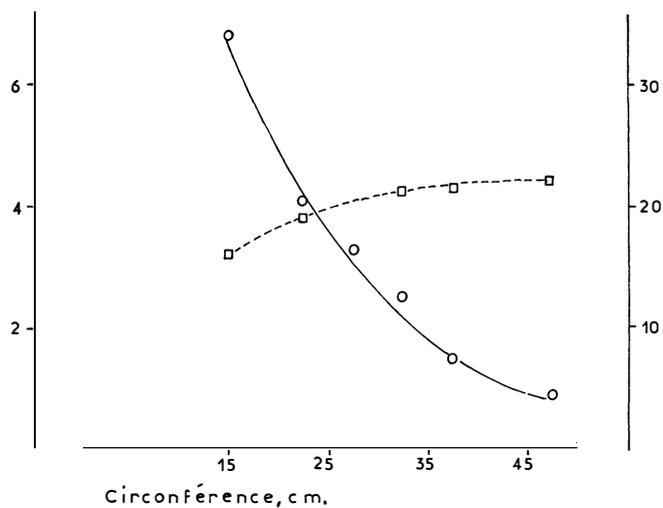


Figures 4 et 5. — Analyse des populations ligneuses : nombre d'individus et hauteur en fonction de la circonférence du tronc. En haut, *Balanites aegyptiaca*. En bas, *Commiphora africana*.



Hauteur
m.

Nombre
%



Figures 6 et 7. — Analyse des populations ligneuses : nombre d'individus et hauteur en fonction de la circonférence du tronc, ou de la tige principale. En haut, *Guiera senegalensis*. En bas, *Grewia bicolor*.

Circonférence (cm)	Hauteur (m)	Nombre par hectare
0 - 20	2,4 ± 0,8	5,2 ± 1,3
21 - 30	3,5 ± 0,1	4,0 ± 1,4
31 - 40	4,2 ± 1,2	2,9 ± 1,2
41 - 50	4,8 ± 1,4	2,4 ± 0,8
51 - 60	5,1 ± 1,4	1,0 ± 0,7

Commiphora africana

Ici, la courbe de distribution des arbres en fonction du diamètre est anormale et tout se passe comme si la régénération était devenue difficile depuis quelques années. Aucune explication d'ordre climatique n'est satisfaisante. Il semble que le phénomène se soit produit à la suite de l'arrivée de troupeaux après la création des forages les plus proches (fig. 5).

En outre, il n'apparaît pas de palier net correspondant à un maximum de hauteur. En effet, *Commiphora* est un arbre fragile qui finit généralement par être brisé et détruit au cours d'une tempête, les individus les plus grands étant les plus exposés et les plus vulnérables. L'arbre est alors brisé au ras du sol et jeté à terre, puis très vite attaqué par les termites et les agents divers de décomposition.

Guiera senegalensis

C'est l'arbuste le plus abondant et, comme *Balanites*, il existe à tous les niveaux des toposéquences. La population globale répond aux caractéristiques suivantes (fig. 6) :

Circonférence	Hauteur	Pourcentage
0 - 10	2,1 ± 0,4	50,4
11 - 15	2,8 ± 0,5	32,3
16 - 20	3,2 ± 0,4	13,2
plus de 20	3,7 ± 0,5	4,1

Comparons à la population des mares :

Circonférence	Hauteur	Pourcentage
0 - 10	2,1 ± 0,4	45,7
11 - 15	2,9 ± 0,6	30,4
16 - 20	3,5 ± 0,5	18,2
plus de 20	3,9 ± 0,5	5,7

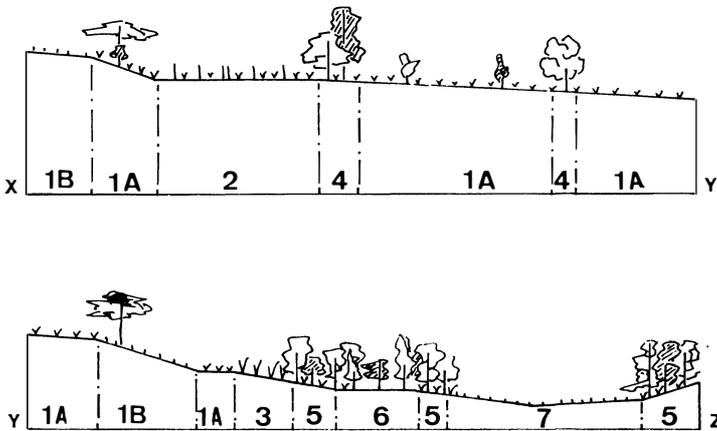
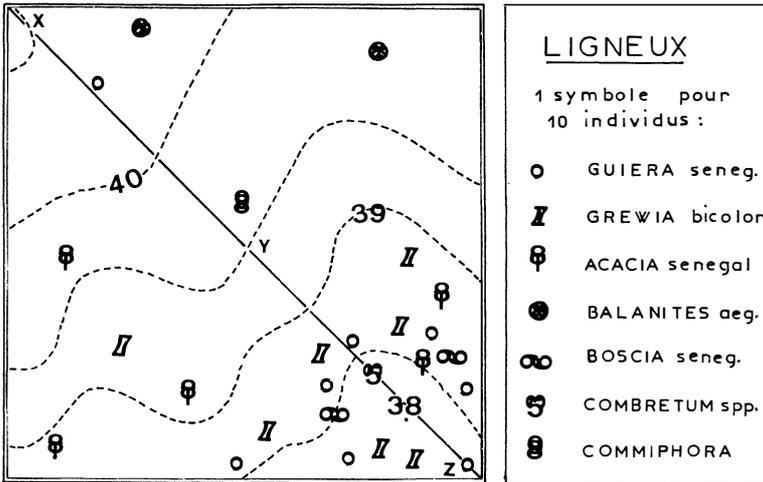


Figure 8. — Répartition des ligneux sur une surface de 1 hectare et transect selon la pente de x à z. Les chiffres portés sur la coupe sont ceux des groupements herbacés.

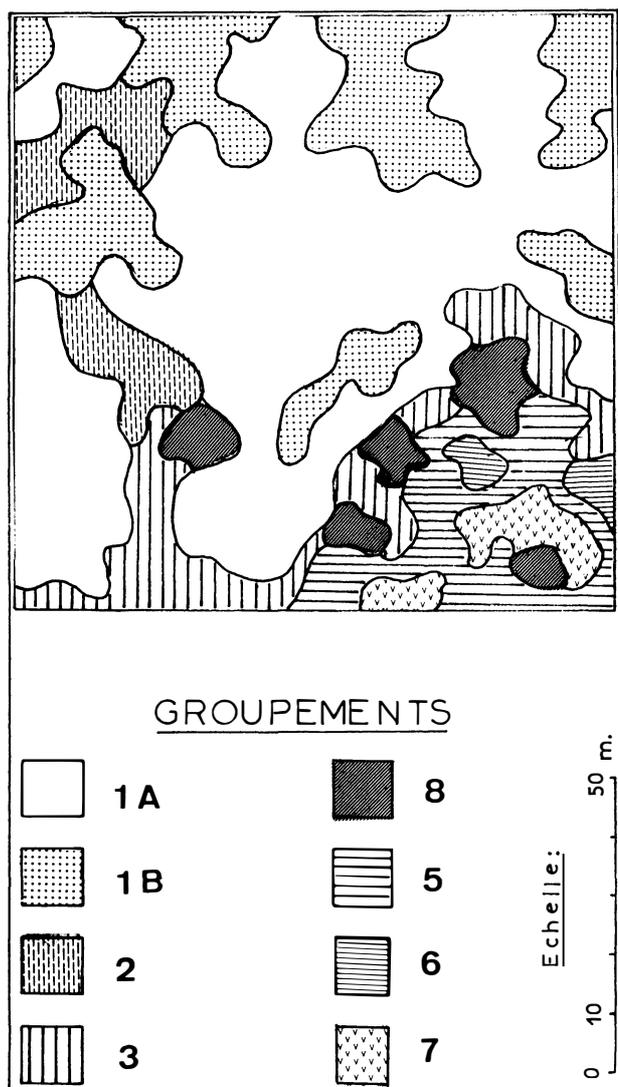


Figure 9. — Cartographie des groupements végétaux herbacés sur la surface de 1 hectare représentée sur la figure 8.

Les *Guiera* des mares ont donc tendance à être plus hauts pour un même diamètre et, en outre, le nombre des grands arbres est significativement plus élevé (à vrai dire faiblement : $t = 2,76$).

Le caractère plus élancé des arbres des mares pourrait s'expliquer par la distance plus faible qui sépare les individus. Il ne sera pas tenu compte dans le calcul des biomasses de l'influence des mares sur *Guiera* qui reste un arbuste et n'a qu'un impact modéré sur la biomasse totale.

Grewia bicolor

La conformité des courbes obtenues (fig. 7) justifie le choix qui a été fait de la mesure exclusive de la circonférence de la plus grosse tige partant de la base.

Enfin, on peut considérer que :

- *Grewia* est rare sur dune,
- *Boscia* présente le même caractère avec une intensité moindre,
- *Balanites* est plus abondant en position haute, à tout le moins par rapport au nombre total d'arbres,
- *Acacia senegal* et *Commiphora* marquent une légère préférence pour les pentes sur lesquelles ils se maintiendraient relativement mieux que les autres espèces.

ORGANISATION DE LA VEGETATION

Les figures 8 et 9 sont destinées à préciser l'arrangement des éléments reconnus précédemment. La coupe présente une toposéquence moyenne de 140 m de longueur, diagonale de la surface d'un hectare schématisée sur la figure 8. Sur les deux croquis, on passe du sommet de la dune, au Nord-Ouest, à une dépression au Sud-Est.

Tous les groupements végétaux y sont représentés.

CONCLUSION

La végétation de la région de Fété Olé est du type sahélo-soudanien et comprend une majorité de plantes herbacées annuelles effectuant leur cycle en deux à trois mois. Le traitement mathématique des relevés floristiques fait ressortir huit groupements écologiques : sommets de dunes, replats, bas de pente, dépressions, termitières, et trois groupements liés à la végétation ligneuse.

Ces arbres et arbustes, dont le nombre moyen par hectare varie de 100 à plus de 200 selon que la surface comprend ou non une dépression boisée, appartiennent pour 98 % à six espèces.

Une étude sommaire de population est présentée pour quatre d'entre elles ; des schémas et photographies précisent enfin l'organisation des éléments décrits dans la végétation.

SUMMARY

The vegetation of the Fété Olé study area is typical of the sahelo-soudanian floristic domain, as conceived by Aubréville (1949). The number of species is low. Some 101 phanerogams have been recorded on the 1 Km² reference quadrat. Most of these species are annual therophytes which complete their vegetation cycle within a 2-3 month period.

Using the Roux and Roux (1957) technique of processing the quantitative data gathered in the field, 8 different types of vegetation (« ecological groupings ») are recognized within this apparently homogenous savana.

The density of trees averages 133/ha, most of them belonging to only four species : *Guiera senegalensis*, *Balanites aegyptiaca*, *Grewia bicolor* and *Commiphora africana*. For each of these species, data are given on the frequency of the various age-categories. Young *Commiphora* are conspicuously scarce, probably owing to recent human interference. The existence of shallow depressions where water temporarily accumulates during the rains exerts a major influence upon vegetation structure and particularly upon the density of trees.

BIBLIOGRAPHIE

- LOMNICKI, A. ; BANDOLA, E. and JANKOWSKA, K. (1968). — Modification of the Wiegert-Evans method for estimation of net primary production. *Ecology*, 49 : 147-149.
- ROUX, G. et ROUX, M. (1957). — A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. *Rev. Stat. Appl.*, 14 : 59-72.