

RECHERCHES ECOLOGIQUES
SUR UNE SAVANE SAHELIENNE DU FERLO SEPTENTRIONAL,
SENEGAL : PRESENTATION DE LA REGION

par J.C. BILLE, M. LEPAGE, G. MOREL et H. POUPON *

Fété Olé est un lieu-dit habité par les pasteurs peuls quelques mois chaque année, à l'époque où les troupeaux trouvent eau et nourriture dans un pays peu hospitalier. Le point est proche de l'intersection du 16^e parallèle Nord et du 15^e méridien Ouest, dans le Centre Nord de la République du Sénégal, à plus de 150 kilomètres de la côte atlantique.

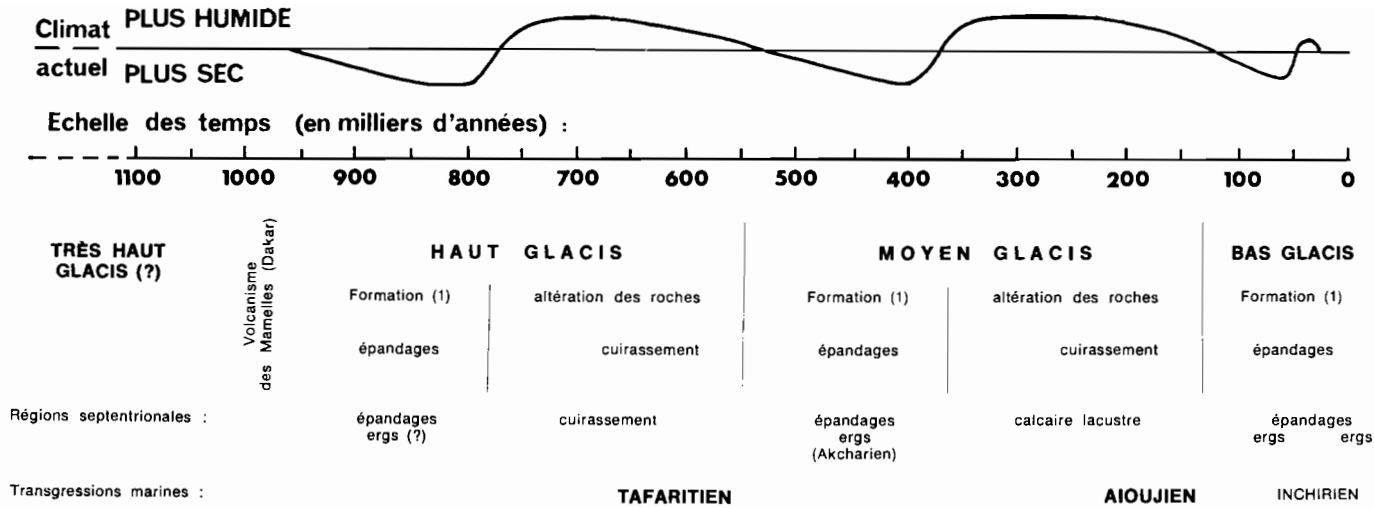
Il y a une vingtaine d'années, des forages profonds de 200 à 300 mètres furent réalisés dans cette partie du Sénégal, entraînant de multiples changements pour les habitants qui purent se fixer autour des points d'eau. Mais Fété Olé lui-même est distant de plus de 20 kilomètres des forages de Tatki et Mbidi et a échappé à leur influence.

Cet isolement a été déterminant dans le choix du site comme terrain d'études en 1968 dans le cadre de la participation franco-sénégalaise du Programme Biologique International. Une aire d'un kilomètre carré y fut délimitée, protégée par un double système de pare-feux et partiellement enclose. Dans le même temps, un campement sommaire était aménagé à proximité pour permettre aux biologistes de disposer sur place d'un hébergement, de leur matériel et de conditions de travail un peu moins pénibles.

La zone d'études est presque plate, son altitude est de l'ordre de 40 mètres, et son insignifiance lui vaut de ne porter aucun nom sur les cartes : ce n'est pas le vrai Ferlo, situé plus au sud, ni même le Djoloff dont les paysages sont voisins mais moins désahérés. Ce n'est pas, non plus, le Diéri, pays sableux qui borde la vallée et où les cultures sont encore possibles.

Les éleveurs de bétail transhumants en parlent comme du Fouta, terme vague qui désigne n'importe quelle brousse de l'intérieur des terres, n'importe quelle savane arbustive sèche, ou tout ce qui ne mérite pas d'être précisé.

(*) Station d'Ecologie ORSTOM, B.P. 20, Richard-Toll, Sénégal.



(1) Période d'érosion mécanique prédominante : d'abord creusement linéaire, puis érosion aréale par ruissellement diffus ; les cours d'eau déposent des nappes de galets. Les épandages achèvent le façonnement du glacis.

Figure 1. — Schéma morphoclimatique et chronologie du Quaternaire ancien et moyen dans les bassins des fleuves Sénégal et Gambie, d'après P. Michel, 1969.

en rapport avec des variations du niveau marin. Au cours de ces variations, il se forme des glacis étagés en plusieurs niveaux, par entailles successives du réseau hydrographique.

Au cours de la seconde période humide (Fig. 1), des lacs se forment dans le Sahel, alimentés par les crues du fleuve ou par des émergences de la nappe phréatique. Il s'y dépose des calcaires lacustres.

Le climat devenant ensuite plus sec, il se produit un épandage par action éolienne et un grand erg couvre le Ferlo septentrional. Lors de la période humide suivante (40 000 ans B.P.), les dunes subissent une pédogénèse.

Au Quaternaire récent (Fig. 2), une grande période aride aboutit à la formation d'un nouvel erg. Ces dunes sont appelées « dunes rouges » (à cause d'une rubéfaction des horizons supérieurs). Ces dunes sont peu caractéristiques dans notre région ; sous un climat sans doute légèrement plus sec que de nos jours, ces cordons dunaires ont été remaniés en petits alignements.

Au cours d'une dernière phase de transgression marine (Nouakchottien), la mer s'avance dans la basse vallée du Sénégal et le sillon du Lac de Guiers. Certains géologues (P. Michel, 1969) placent une dernière pulsation du climat (plus humide) à l'époque historique — peut-être au Moyen Age — dans toute la zone Nord-sahélienne.

2. DESCRIPTION DES PRINCIPAUX ENSEMBLES :

Le Ferlo septentrional est un plateau en pente douce incliné vers le fleuve. Le matériel dunaire recouvre les dépôts anciens ; la cuirasse ferrugineuse a été presque détruite en totalité.

La cuirasse (affleurante ou subaffleurante par endroits) est recouverte dans les régions septentrionales par une couche de sable d'une épaisseur de 1 à 3 m, correspondant à l'erg ancien (anté-Inchirien). Quelques grands cordons dunaires formés au cours de l'Ogolien recouvrent cette région.

a) *La cuirasse :*

Elle est exclusivement ferrugineuse. Son épaisseur ne dépasse guère 1 m. Elle a été détruite dans sa majeure partie par érosion au cours du Quaternaire. Ses débris ont souvent été cimentés en une nouvelle cuirasse secondaire (gravillonnaire indurée).

b) *Ancien erg :*

Façonné au cours de la période aride précédant la transgression inchirienne, il est aplani et ses sols présentent une accumulation de sesquioxides de fer. Ce sont des sables de couverture ; leur modelé est mou et contraste avec celui des dunes rouges. Au cours de la transgression inchirienne, il se produit un colluvionnement et un colmatage des interdunes. Les dépôts lacustres ont été

dissous et remodelés en calottes. La végétation arborée semble avoir été très dense à cette époque, stimulant la pédogénèse.

c) *Dunes rouges* :

Ce sont de grands alignements orientés N.E. - S.W., s'étirant sur une dizaine de kilomètres de long. L'intervalle entre deux cordons est d'environ 2 à 3 kilomètres. Leur hauteur relative ne dépasse pas 30 m.

d) *Remaniements de dunes rouges* :

Ils aboutissent à la formation de petits alignements dunaires. Leur orientation est différente (N.N.E. - S.S.W.). Leur longueur moyenne est d'environ 2 kilomètres et leur espacement de 200 à 300 m. Les interdunes sont occupés par des mares temporaires allongées.

3. LES SOLS :

L'étude pédologique de la zone de référence a été effectuée par une mission de la section pédologique de l'ORSTOM de Dakar (R. Boulet et Y. Leprun, 1970).

a) *Description des sols* :

Les sols (Fig. 3) varient suivant la topographie : ferrugineux peu lessivés, typiques sur les sommets et les pentes, ils sont engor-

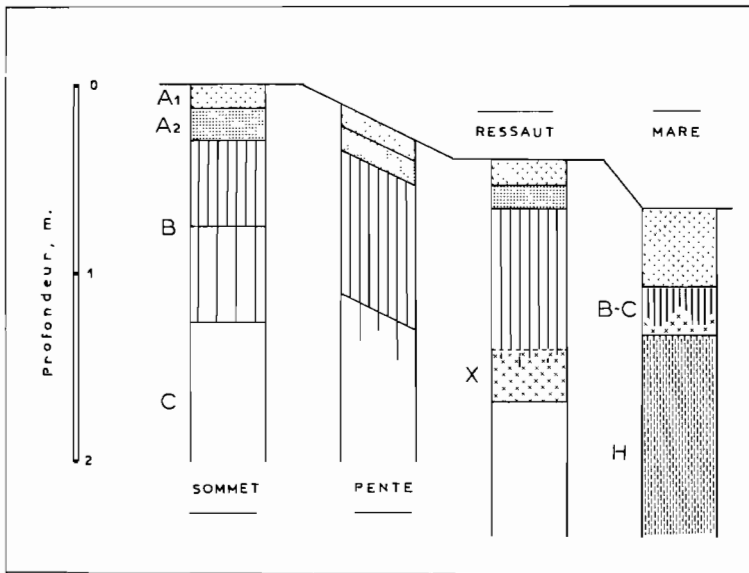


Figure 3. — Chaîne de sols, d'un sommet de dune à un fond de mare : A1, horizon humifère ; A2, horizon lessivé ; B, horizon d'accumulation du fer ferrique ; C, base (sables) ; B-C, horizon à structure prismatique ; H, pseudogley ; X, taches et conérétiens.

gés en profondeur sur les replats et plus ou moins hydromorphes dans les bas-fonds. La présence par endroits d'un niveau calcaire en profondeur entraîne l'existence d'un sol brun sur calcaire.

b) *Analyse :*

L'analyse granulométrique montre que ces sols sont riches en éléments fins, ce qui détermine des phénomènes de battance. Le rapport A/S, ou Argile + Limon/Sables, est particulièrement élevé : entre 10 et 20 sur les sommets et les pentes, 20 et 30 sur les replats et bas de pentes, et supérieur à 30 dans les mares.

Le rapport C/N est faible dans l'ensemble, indiquant une minéralisation rapide de la matière organique généralement présente en faible quantité. Pour les sols ferrugineux peu lessivés, la teneur en matière organique totale décroît de 5 % en moyenne en surface à 1 % deux mètres au-dessous. Les valeurs sont plus constantes en sols bruns (2 à 3 % sur l'ensemble du profil) et plus élevées en surface en sol hydromorphe : 10 à 20 %. En outre, la macro-faune du sol est absente et il n'existe, par exemple, quasi aucune trace de lombrics.

Les faibles teneurs en bases échangeables (sauf dans l'horizon A des mares) traduisent la valeur médiocre du complexe absorbant. La nutrition minérale des plantes est mal assurée. Les cations les plus abondants sont le calcium (dans les horizons superficiels) et le magnésium (dans les horizons profonds).

Il faut noter également les faibles valeurs de la porosité sur l'ensemble des profils, à mettre en relation avec la teneur en sables fins.

Dans le cas des sols bruns sur calcaire, peut-être en rapport avec une activité biologique, les teneurs en argile sont beaucoup plus fortes (15 % entre 0 et 15 cm). Les bases échangeables sont élevées et correspondent essentiellement au calcium (28 méq. de calcium pour 100 g de terre à 2 m de profondeur).

c) *Conclusions :*

Ces sols sont donc fondamentalement des sols ferrugineux peu lessivés présentant des variations de leur pédogénèse selon le matériau et la pente. Sur les pentes dunaires, nous caractérisons un horizon B de couleur et de structure différentes. Il faut noter le jeu subtil des variations dues à la pente (replats), ainsi que l'hydromorphie des bas-fonds (mares) où s'accumule temporairement l'eau des précipitations.

4. RÉGIME HYDRIQUE DES SOLS :

Les mesures de teneur en eau des sols ont été effectuées au cours de l'année 1970, en prélevant des échantillons tous les 40 cm jusqu'à 2 m de profondeur. Les profils hydriques ont été étudiés conjointement avec les profils pédologiques. Nous avons choisi

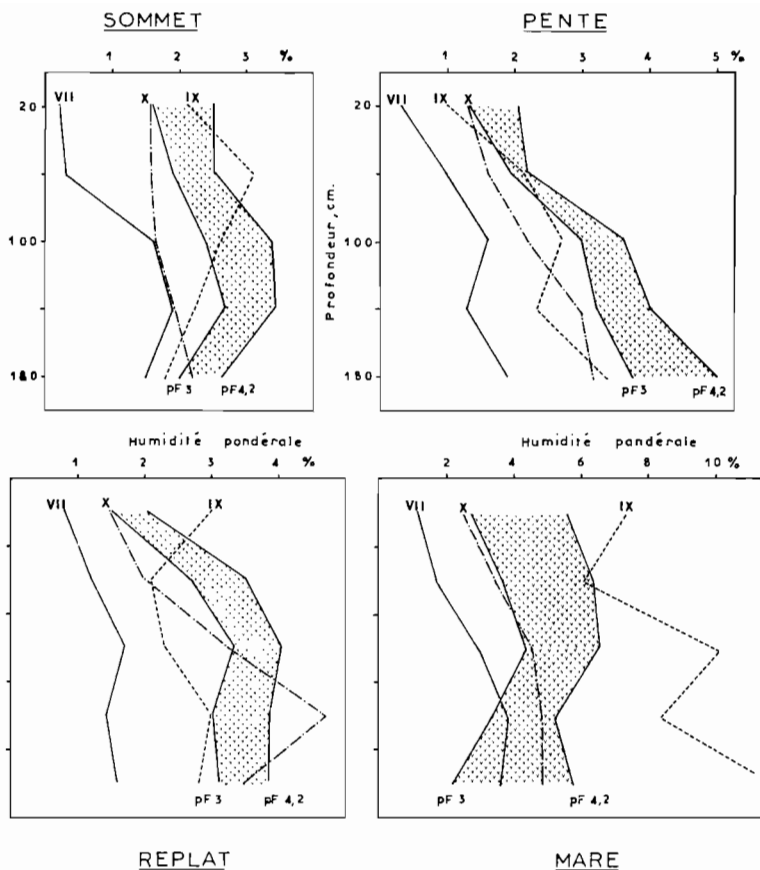


Figure 4. — Profils hydriques des sols. Comparaison entre l'eau disponible théorique (pF 3 à 4,2) et les teneurs en eau du sol en juillet (VII), septembre (IX) et octobre (X).

4 emplacements : sommet de dune, pente dunaire, replats et fonds de mare.

La figure 4 présente les résultats. Les dates choisies sont le 15 juillet, avant le début de la saison des pluies (18-VII), qui peut être considéré comme le profil sec minimum observé ; le 15 septembre, après une chute d'eau de 170 mm, qui sera le profil humide maximum observé ; le 15 octobre, après la fin de la saison des pluies (200 mm). Nous noterons que la dernière pluie enregistrée a eu lieu le 20 septembre (20 mm). On a également schématisé sur les représentations l'eau utile pour les plantes, c'est-à-dire l'eau contenue entre les pF 3 et 4,2.

La comparaison de ces profils et de leur évolution permet de dégager certaines conclusions :

— Rappelons tout d'abord que l'année 1970 fut déficitaire par rapport à la moyenne d'environ 150 mm. Sur sommet et pente, le point de flétrissement n'a été dépassé que dans les horizons supérieurs ; dès le 15 octobre (25 jours après la dernière pluie), les profils sont biologiquement secs.

— En replat, il existe un niveau engorgé en profondeur (cf. l'étude pédologique précédente). Des mesures effectuées le 15 décembre montrent que cet engorgement a entièrement disparu : l'ensemble des valeurs est inférieur au point de flétrissement.

— En mare, les niveaux sont engorgés dès les premières pluies. A noter que cet engorgement se résorbe très vite mais qu'il reste de l'eau utilisable en profondeur (150 cm) pendant un certain temps ; l'équilibre s'effectue aux environs du point de flétrissement.

— En rapport avec la brièveté des pluies, les profils hydriques évoluent très rapidement vers les valeurs déficitaires. A noter les différences entre sommet et pente, et entre pente et replat, variations intéressantes lorsqu'on sait que les fluctuations de pente ne dépassent guère 1 à 2 %.

II. DESCRIPTION DES PAYSAGES

On peut distinguer sur une zone d'environ 250 km², centrée sur le terrain d'étude (figure 5), cinq grands types de paysages. Nos définitions de ces paysages s'appuient sur des critères généraux, tels la présence d'une couche de sable plus ou moins importante, la forme, l'espacement, l'abondance des mares, la densité et la répartition des arbres, l'aspect et l'étendue des surfaces dépourvues de végétation.

a) CUIRASSE affleurante ou subaffleurante (Fig. 6) :

Nous constatons la présence d'un niveau cuirassé ou gravillonnaire, soit en surface, soit à faible profondeur. Le relief général est subhorizontal. Les horizons de surface ont été plus ou moins déblayés par l'érosion, donnant naissance à des étendues découvertes avec affleurement de concrétions ferrugineuses. Des effondrements de la cuirasse forment par colmatage des mares temporaires. Si l'on excepte ces dernières, les arbres sont généralement groupés en bosquets disséminés sans organisation apparente. Les surfaces dépourvues de végétation (essentiellement causées par l'action éolienne) sont très étendues.

b) PETITS SYSTÈMES DUNAIRES :

1. *Systèmes non orientés* (Fig. 7 A).

Le paysage est caractérisé par des dunes de faible amplitude et sans orientation bien définie. Le relief y est faible. Les mares,

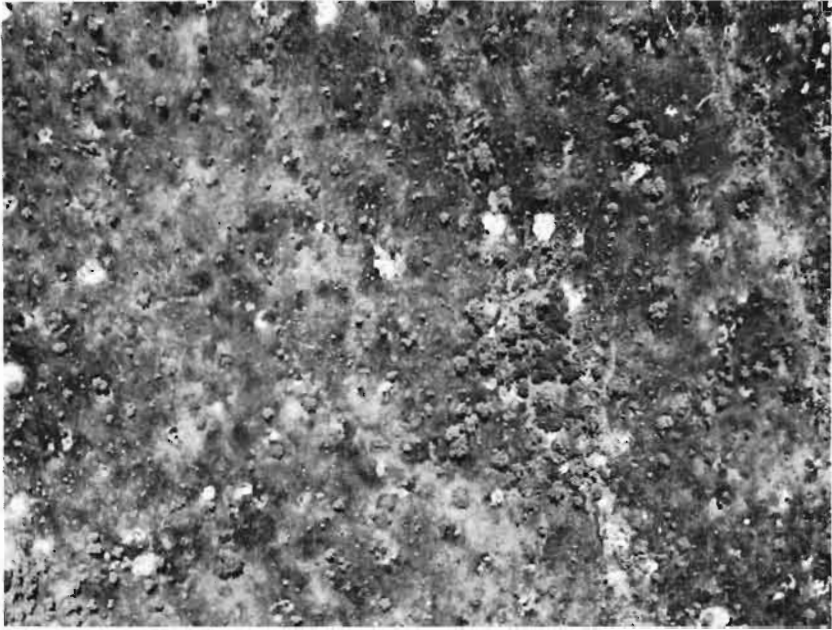


Figure 5. — Vue aérienne verticale du quadrat de référence. On distingue un peu à droite du centre de la photographie un groupe d'arbres occupant une dépression. Les taches claires, sans végétation, correspondent aux grosses termitières.

dépansions fermées, sont de l'ordre de 5 à 7 pour 25 hectares et distantes de 200 m environ. Les arbres sont répartis différemment selon la topographie : groupés dans les mares, ils sont implantés d'une manière plus homogène sur les dunes. C'est le paysage du quadrat de référence.

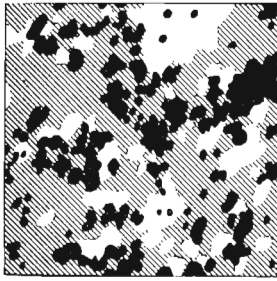
2. *Systèmes orientés* (Fig. 7 B).

Une orientation de ce paysage est bien décelable. Nous avons une série de petites dunes parallèles dont l'orientation peut varier selon la région considérée. Les ondulations sont aussi plus ou moins nettes et il est parfois difficile de trancher entre ces deux formes de petits systèmes dunaires. Les arbres se groupent autour de bas fonds étirés en longueur.

c) GRAND SYSTÈME DUNAIRE :

1. *Cordons dunaires* (Fig. 7 C) :

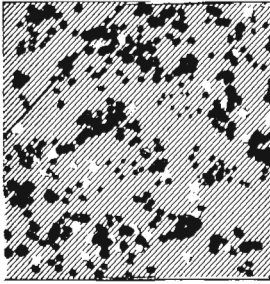
Ce sont des dunes qui forment des alignements de plusieurs dizaines de kilomètres de long sur 1 à 2 de large. Leur orientation est approximativement E.N.E. - W.S.W. ; la végétation arborée est répartie de façon homogène.



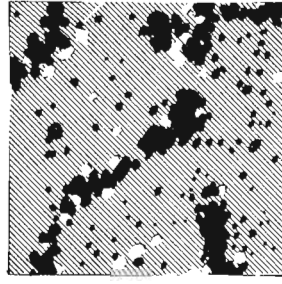
6



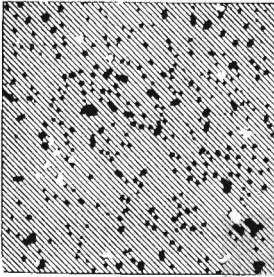
0 100 500 m.
Echelle



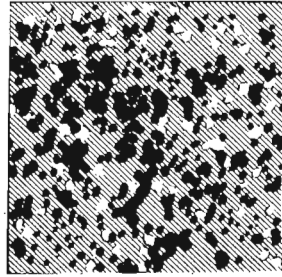
7A



7B



7C



7D

Figures 6 et 7. — Physionomie des paysages, représentation schématique. En 6, cuirasse affleurante ou subaffleurante. — En 7a, petits systèmes dunaires non orientés. — En 7b, petits systèmes dunaires orientés. — En 7c, grand système dunaire, dunes. — En 7d, grand système dunaire, interdune.

moyennes mensuelles recueillies à Linguère et Podor (en mm, d'après P. Michel et al., 1969 pour la période 1931-1960).

	J	F	M	A	M	J	J
Podor	0,6	1,6	1,0	0,1	3,2	16,2	67,7
Linguère	0,1	1,5	1,6	0,0	3,6	31,4	100,7
	A	S	O	N	D	Total annuel	
Podor	133,3	83,8	23,2	3,0	2,0	335,7	
Linguère	209,0	135,5	45,0	4,3	2,0	534,7	

Plusieurs constatations s'imposent :

— A Fété Olé, en 1970 et 1971, la hauteur annuelle des précipitations a atteint respectivement 208,7 et 202,2 mm. Ce sont donc deux années nettement déficitaires. Par contre, au cours de l'« hivernage » 1969 la pluviométrie a été normale. A cette époque aucune mesure n'a été effectuée à Fété Olé ; cependant, si on se reporte aux chiffres cités par M.Y. Morel (1972) relatifs aux hauteurs de précipitations à Richard-Toll, on remarque que 1969 a été une année normale alors que 1968, 1970 et 1971 ont été déficitaires.

— En 1970 comme en 1971, les pluies ont été exclusivement constituées par les pluies d'été.

— En 1970, les pluies ont été plus précoces qu'en 1971 puisqu'elles ont débuté au mois de juin, et elles représentaient fin juillet environ le tiers de la pluviométrie totale.

— Ces très fortes pluies groupées ont pour effet de saturer très rapidement le profil du sol et dans les bas-fonds s'installent des mares temporaires.

Août apparaît comme étant le mois le plus pluvieux : 31 et 52 % des précipitations à Fété Olé en 1970 et 1971.

b) *Nombre de jours de pluie :*

En moyenne, on compte dans une année 26 jours de pluie à Podor et 39 à Linguère. A Fété Olé, on a noté 13 jours de pluie en 1970 comme en 1971.

Les précipitations sont essentiellement orageuses et parfois particulièrement violentes. Les conséquences sont importantes : fort ruissellement, érosion et moindre utilisation par les plantes.

Les pluies précoces de juin (en 1970) ou de début juillet (en 1971) furent suivies d'une sécheresse atteignant plusieurs jours, voire plusieurs semaines, ce qui a pu être préjudiciable au démarrage de la végétation.

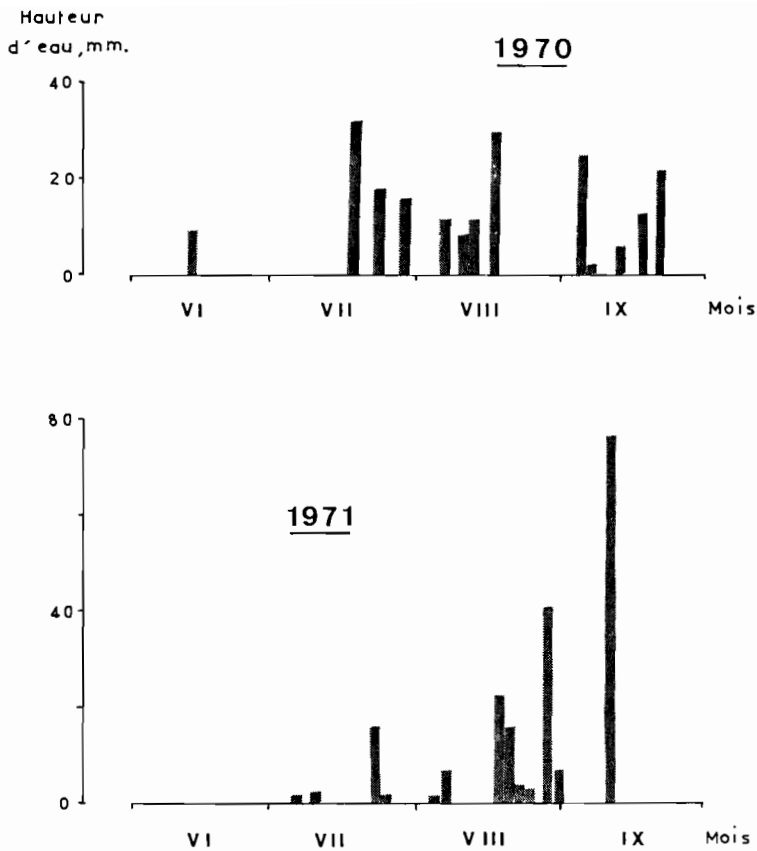


Figure 8. — Distribution des précipitations à Fété Olé, en 1970 et 1971.

C) LES TEMPÉRATURES :

a) *Température sous abri :*

La figure 9 présente l'évolution des moyennes mensuelles des températures maximales à Podor et à Linguère de 1931 à 1960, ainsi qu'à Fété Olé en 1970.

On remarque que :

- par opposition aux précipitations, les variations de température d'une station à l'autre sont beaucoup moins marquées ;
- les températures passent par deux maximums, en mai et en octobre ; les pluies estivales entraînent une baisse sensible des températures ;

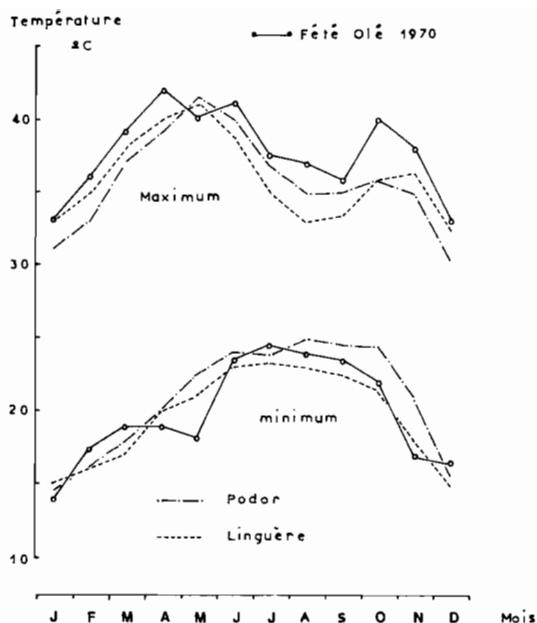


Figure 9. — Les températures moyennes mensuelles à Fété Olé, Linguère et Podor.

- l'amplitude thermique annuelle est faible : 7,3°C à Linguère (entre décembre et mai), 9°C à Podor (entre janvier et juin), et 8,9°C à Fété Olé (entre janvier et juin) ;
- les moyennes annuelles sont élevées : 27,9°C à Linguère, 28,4°C à Podor, et 28,7°C à Fété Olé en 1970 ;
- à Fété Olé en 1970, les courbes de températures ne varient que très légèrement par rapport à celles des deux stations de référence. On peut noter une période relativement fraîche au mois de mai, et par suite d'un arrêt précoce des pluies des températures remarquablement élevées en octobre (température moyenne de 30,9°C).

b) *Indices pluviométriques et diagrammes ombrothermiques :*

L'indice pluviométrique annuel ou indice d'aridité I est calculé à partir de la formule suivante :

$$I = P / (T_2 - 10 T + 200)$$

où P représente la pluie annuelle exprimée en mm et T la température annuelle en degrés centigrades.

Calculés par F. Brigaud (in J.G. Adam et al., 1965), ces indices ont des valeurs de 0,43 à Podor et 0,70 à Linguère. D'après ces calculs, Podor serait en zone subdésertique (I compris entre 0,25

et 0,50) et Linguère en zone aride (I compris entre 0,50 et 1,00). La valeur de ce même indice calculée pour Fété Olé en 1970 s'élève à 0,28. L'année a donc été particulièrement mal arrosée dans notre zone d'études.

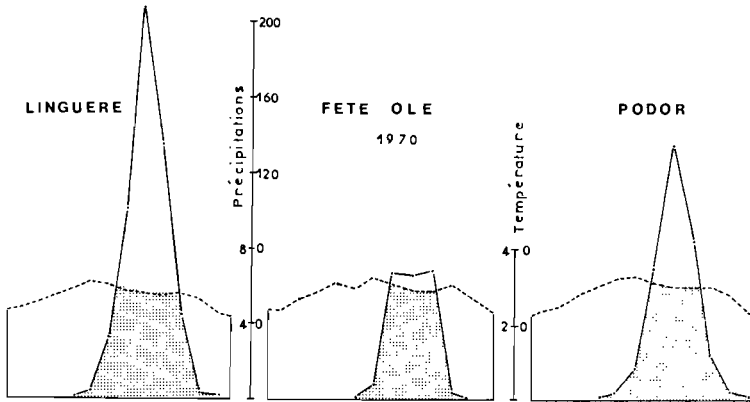


Figure 10. — Diagrammes ombrothermiques pour l'année 1970 à Linguère, Fété Olé et Podor.

Les diagrammes ombrothermiques (figure 10) sont caractéristiques de climats tropicaux à deux saisons nettement contrastées. La courbe des précipitations est recoupée par celle des températures, ce qui permet de déterminer le nombre de mois secs (9 mois) et de mois humides (3 mois).

D) HUMIDITÉ RELATIVE :

L'analyse de l'ensemble des données obtenues (fig. 11) permet quelques remarques :

- C'est en septembre que l'humidité relative est la plus forte.
- La tension de vapeur d'eau (exprimée en millibars) augmente de janvier à septembre, puis diminue d'octobre à janvier.
- Les courbes traduisent à nouveau le fait que 1970 a été à Fété Olé une année sèche.

Conclusions :

Si l'on se réfère aux données recueillies pour les deux stations de Podor et Linguère, on peut admettre que notre région se situe dans une zone sahélienne beaucoup plus caractérisée par le facteur pluie que par le facteur température. Ce domaine sahélien peut être défini par les isohyètes 700 mm au Sud et 100 mm au Nord.

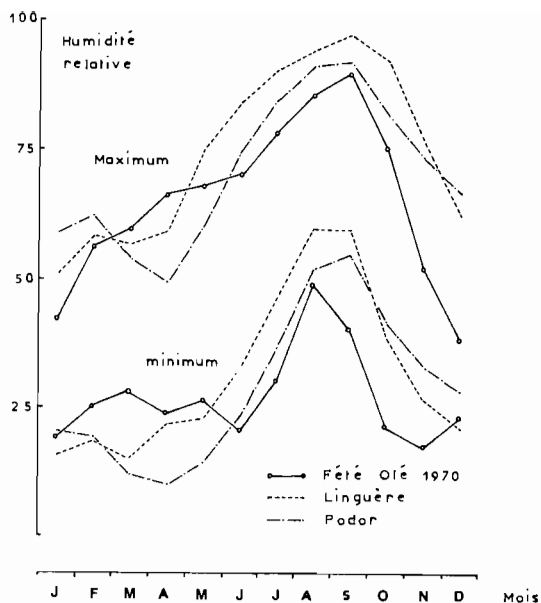


Figure 11. — Moyennes mensuelles de l'humidité relative à Fété Olé, Linguère et Podor.

La faiblesse des totaux annuels de pluie exprime une certaine tendance à l'aridité ; les deux dernières années 1970 et 1971 ont été particulièrement sèches. Mais il ne faut pas oublier que les moyennes établies à Podor et à Linguère de 1931 à 1960 masquent une extrême irrégularité dans la répartition des pluies d'une année à l'autre.

Ce climat sahélien se caractérise en outre par un « hivernage » réduit aux mois de juillet, août et septembre, au cours desquels la « mousson » donne la totalité des pluies. Cette période humide est précédée des mois les plus chauds de l'année avec un maximum en juin. Après les pluies, un maximum secondaire de température est observé en octobre.

CONCLUSIONS

L'uniformité du Sahel n'est donc qu'apparence. Là où le voyageur non averti enregistre la même impression permanente, les substrats, les paysages, en un mot les milieux diffèrent par des détails qui prennent ici un relief particulier.

La question principale est alors de savoir si le terrain de Fété Olé est représentatif du Sahel, si dans un domaine aussi

fluctuant l'échantillon choisi est correctement situé, s'il est assez grand pour symboliser à lui seul ce vaste complexe subdésertique.

Sur le plan climatique, avec 350 mm de précipitations par année et des écarts élevés possibles, avec une saison humide brève et incertaine, Fété Olé ne se distingue en rien des autres points du Sahel.

En ce qui concerne le substrat, les sols reflètent la longue histoire africaine du Quaternaire depuis cinquante siècles : périodes humides et sèches ont laissé leur empreinte sur un pays où l'eau conserve son pouvoir magique. Le « petit système dunaire non orienté » présente en réduction tous les éléments des grands ensembles sableux qui bordent le Sud du Sahara.

Il est possible, comme le firent les pionniers, de prendre pour ultime référence les manifestations de la vie dans ces régions. Les animaux sont rares : quelques oiseaux, quelques rongeurs par kilomètre carré de terrain, et pendant deux mois une éclosion brutale et fugitive d'insectes avec leur cortège de prédateurs.

En ce qui concerne la végétation, J.G. Adam décrit dans la région des forages (1965) ... « des immensités pénéplainées de sables fins, un peu calcaires et ferrugineux qui se colmatent en surface au moment des pluies. La végétation y est très pauvre, rabougrie. Les prairies estivales très clairement arbustives avec parfois des plages stériles sont toujours à prédominance de graminées (*Chloris priurii*, *Schoenefeldia gracilis* et *Panicum laetum*), mais souvent elles font place à d'autres familles dont les espèces vivent en peuplements purs sous une forme nanifiée, tels *Borreria radiata* et *Blepharis linearifolia* »...

Couverture végétale médiocre, flore pauvre dont la centaine d'espèces forme une mosaïque variable, vie brève et intense surgissant entre de longues périodes stériles : ces critères biologiques pourraient être la meilleure définition du Sahel. Dans cette optique, Fété Olé est tout le Sahel.

SUMMARY

The study site is described and its geological history briefly summarized. The area is covered with « fossil » dunes, interspersed with iron crusts, sandstone outcrops and shallow depressions where water accumulates during and after the summer rains. However the whole landscape is quite flat and the average altitude of the study area is 40 m above sea level.

Soils are poor in organic material ; except for termites, soil organisms are rare and earthworms absent.

During the first two years of the study (1970-1971) the annual rainfall has been below the average : 208.7 and 202.2 mm respectively. The rains fell mostly in August and the dry season lasted without break for nine months.

RECHERCHES ÉCOLOGIQUES SUR
UNE SAVANE SAHÉLIENNE DU
FERLO SEPTENTRIONAL, SÉNÉGAL

Introduction F.Bourlière
Présentation de la région
..... J.C.Bille, M.Lepage, G.Morel, H.Poupon
Description de la végétation J.C.Bille, H.Poupon
Biomasse végétale et production primaire nette
..... J.C.Bille, H.Poupon
Données préliminaires sur l'écologie des termites . . . M.Lepage
L'avifaune et son cycle annuel G. et M.Y.Morel
Les mammifères A.R.Poulet

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ET TECHNIQUE OUTRE-MER

