

RECHERCHES ECOLOGIQUES
SUR UNE SAVANE SAHELIENNE
DU FERLO SEPTENTRIONAL, SENEGAL :
1972, ANNEE SECHE AU SAHEL

par J.C. BILLE

Station d'Ecologie ORSTOM, B.P. 20 Richard Toll, Sénégal.

En 1972, le nord du Sénégal a connu une année climatiquement sèche succédant à deux années faiblement arrosées, comme en témoignent les précipitations enregistrés sur le quadrat P.B.I. de Fété-Olé :

Mois :	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Année
1970 ...	9,3	63,3	65,2	69,2	0	208,7
1971 ...	0	20,5	102,9	73,8	0	202,2
1972 ...	4,5	0	13,1	2,7	13,0	33,3

Cette situation, de par ses conséquences économiques, a attiré l'attention sur le Sahel, et on peut se demander d'une part si le climat de cette zone manifeste une certaine tendance à l'assèchement, entraînant une progressive désertification, et si d'autre part les études biologiques réalisées en 1972 conservent une valeur générale en dépit de circonstances si particulières.

L'hypothèse d'une désertification du Sahel est souvent appuyée par des récits de voyages ou des données pluviométriques concernant deux ou trois dizaines d'années (C.T.F.T., 1973 ; Winstanley, 1973). Le terrain expérimental de Fété Olé étant relativement proche de la ville de Saint-Louis du Sénégal, il paraît souhaitable de faire état des archives météorologiques de cette ville, port ouvert à l'Europe depuis le XVII^e siècle et où, dès 1860, un religieux, le Frère Constantin (1930), se passionnait pour les variations constatées dans les pluies.

Par la suite, en dehors de quelques années où une épidémie de fièvre jaune coupa littéralement Saint-Louis du reste du monde, la tradition se maintint et nous pouvons penser que le siècle de mesures pluviométriques qui y furent effectuées (Chudreau, 1916 ; Service Météorologique du Sénégal, 1964) constitue une information rare en milieu tropical.

HISTORIQUE DES PLUIES AU SAHEL SENEGALAIS

Meilleure probabilité de pluies pour l'année. — On a regroupé sur la figure 1 la fréquence des quantités annuelles d'eau tombée à Saint-Louis par classes de 50 millimètres (126 à 175, 176 à 225, etc.) et pour les périodes 1871 à 1920, 1921 à 1970 et enfin 1871 à 1970. Un certain nombre de constatations s'imposent :

a) les quantités annuelles de pluie sont très variables : de 144 mm en 1877 à 691,5 mm en 1927. Chudreau (1916) cite même pour extrêmes de la période 1848-1913 les valeurs 141 et 799 mm, sans malheureusement préciser plus exactement les années en cause. On pouvait, avant 1972, proposer comme record de sécheresse la valeur 98 mm enregistrée à la station de Podor, située à 40 kilomètres de Fété Olé, en 1942 ;

b) les années extrêmes sont assez nombreuses : sèches comme 1877 (144 mm), 1896 (169 mm), 1913 (150 mm), 1942 (173 mm), 1959 (174 mm) ou 1970 (180 mm) ; humides comme 1869 (649 mm), 1881 (673 mm), 1912 (675 mm), 1918 (663 mm), 1927 (691 mm) et 1930 (614 mm) ;

c) les années très sèches sont plus nombreuses après 1920, et les années très humides plus rares après 1920 également, mais les années moyennement sèches se rencontrent plus souvent au cours de la première moitié du siècle d'observations, et les années moyennement humides existent surtout au cours de la période récente ;

d) il semble étonnant que les biologistes, qui sont particulièrement circonspects en ce qui touche à leurs propres mesures, utilisent sans précaution des moyennes climatiques dont ils évoquent à peine la dispersion : si on espère ici une distribution normale des précipitations, il faudrait énoncer la moyenne avec son intervalle de confiance : 370 ± 45 mm, c'est-à-dire de 325 à 415 mm ;

e) mais, et ceci est évident sur le graphique commenté, la courbe de fréquence est nettement dissymétrique, et il ne s'agit pas d'une répartition normale. Par suite, la moyenne arithmétique n'a qu'une signification très relative ;

f) de même, le nombre d'années utilisées est trop faible :

rareté des pluies comprises entre 376 et 422 mm, par rapport à l'abondance dans les deux classes immédiatement inférieure et supérieure ;

g) il est donc préférable de considérer la valeur modale, c'est-

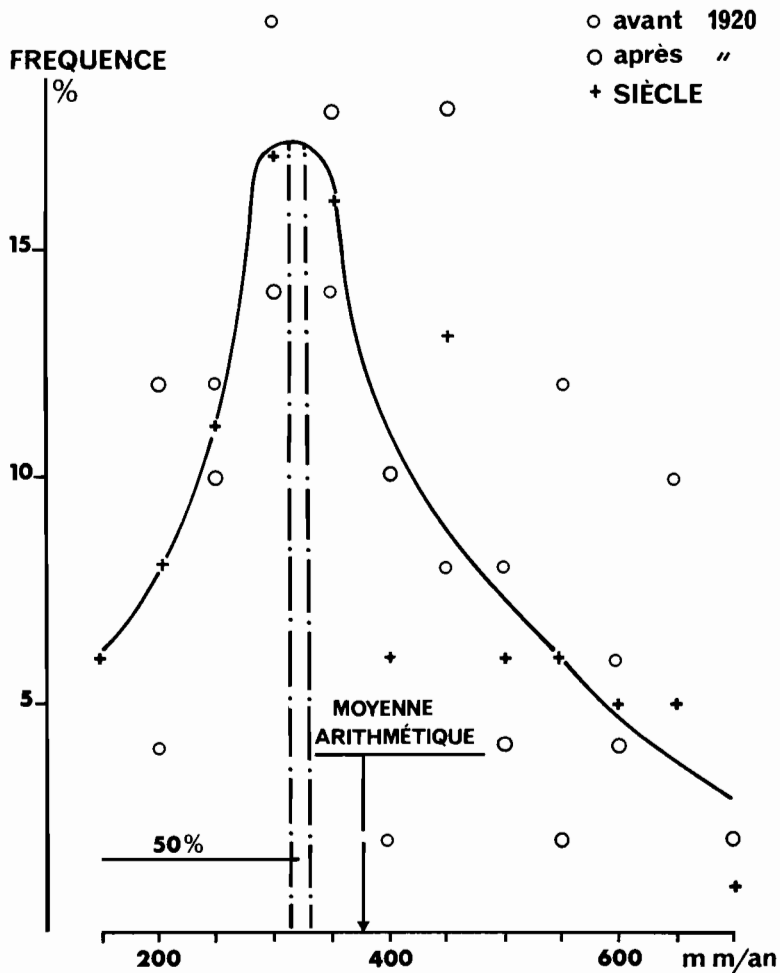


Figure 1. — Fréquence des quantités annuelles de pluie reçues à Saint-Louis du Sénégal pendant la période 1871-1970.

à-dire la plus fréquente, qui est également celle qui divise les pluies en deux ensemble numériquement égaux, soit : 330 mm. Les valeurs inférieures à cette quantité représentent la même proportion avant et après 1920.

Il s'ensuit une modification de la notion qu'on peut avoir d'une année normale ou « anormale ». Ainsi, il est exceptionnel d'avoir plus de 625 mm d'eau dans l'année, ou moins de 175 mm (6 % des cas) ; il est rare d'avoir plus de 525 ou moins de 225 mm (respectivement 11 et 14 années sur 100) ; mais il n'est pas anormal de constater de 225 à 325 mm d'eau, puisque cela se produit presque une année sur trois. En fait, toute quantité d'eau comprise entre 225 et 425 mm est normale, c'est la règle une année sur deux ; pour le reste, il est deux fois plus fréquent d'avoir plus de 425 mm que moins de 250.

Répartition des pluies dans l'espace. — Si l'on compare la pluviométrie de deux stations (figure 2), on constate que l'écart entre les deux valeurs est d'autant plus élevée que l'une des stations a été plus arrosée. Ainsi, pour Dagana et Saint-Louis dont

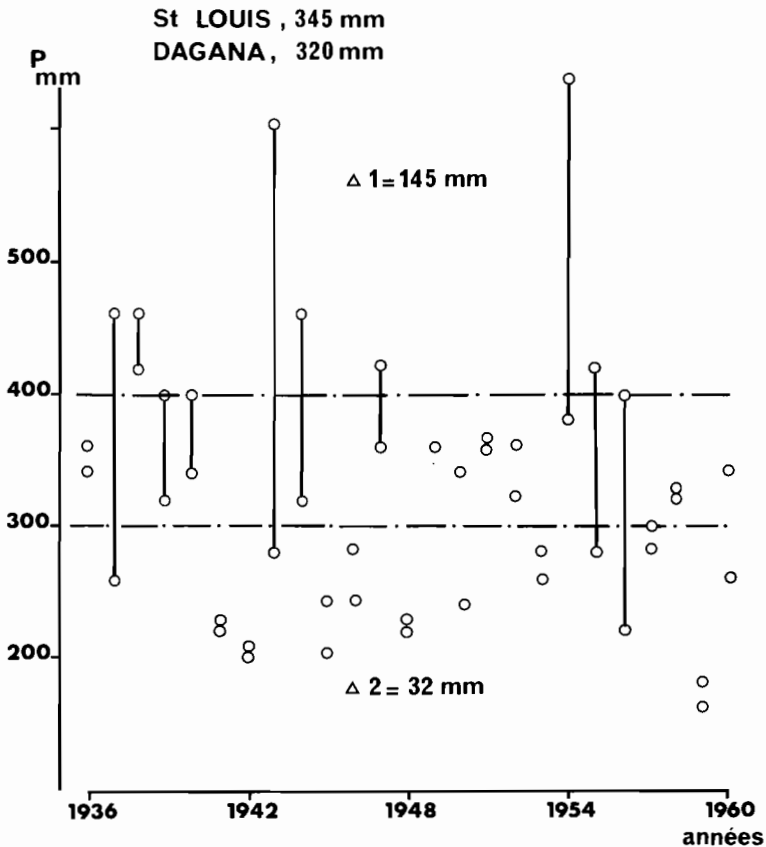


Figure 2. — Comparaison des précipitations à Dagana et Saint-Louis (période 1936-1960).

les moyennes pour la période considérée sont voisines, l'écart moyen entre les pluviosités est de 145 mm si l'une des valeurs est égale ou supérieure à 400 mm ; il n'est plus que de 32 mm en cas contraire.

En outre, l'écart entre les stations est faible deux années sur trois : si la pluviométrie a été faible pour une année déterminée en un point du territoire, il y a donc une forte probabilité pour qu'elle ait été faible presque partout. La réciproque est souvent fausse.

La justification des observations précédentes semble avoir été donnée par Brunet-Moret (1964). Cet auteur a calculé qu'à Rcsso, sur la rive droite du fleuve en face de Richard-Toll, où la moyenne des pluies est de 318 mm, les probabilités de grosses averses sont les suivantes : 46 mm 1 fois par an ; 71 mm 1 fois pour 5 ans ; 87 mm 1 fois pour 10 ans, et 143 mm 1 fois par siècle.

Ces probabilités étant indépendantes, un écart annuel de 100 mm d'eau pour une même station au cours d'années consécutives, ou entre deux stations pour une même année, est parfaitement justifié ; il pourrait atteindre une valeur triple. De plus, la combinaison de ces averses dites exceptionnelles justifie :

- le décalage observé entre la moyenne arithmétique des pluies et la valeur la plus fréquente ;
- la meilleure concordance des années sèches en plusieurs stations, puisque la probabilité simultanée de deux averses de 70 mm, par exemple, n'est plus que d'une année sur 25 (voir sur la figure 2, année 1938).

Répartition annuelle des pluies. — Le tableau ci-après indique les valeurs mensuelles extrêmes relevées pour la période 1848-1970, toujours à Saint-Louis :

	Minimum	Maximum		Minimum	Maximum
Janvier	0	48	Juillet	5	211
Février	0	14	Août	26	477
Mars	0	25	Septembre	5	312
Avril	0	1	Octobre	0	136
Mai	0	27	Novembre	0	35
Juin	0	95	Décembre	0	67

Parallèlement, les moyennes pour la dernière décennie et pour la période 1901 à 1960 sont de :

	1963-72	1901-60		1963-72	1901-60
Janvier	1,2 ± 2,5	1,9	Juillet	53,0 ± 38,5	53,0
Février	1,7 ± 3,5	2,3	Août	110,0 ± 61,0	157,9
Mars	0	0,7	Septembre	94,0 ± 39,0	107,0
Avril	0	0,1	Octobre	58,2 ± 81,0	24,4
Mai	0	1,6	Novembre	0	2,0
Juin	6,9 ± 7,0	14,2	Décembre	0,2 ± 0,7	3,9

S'il pleut chaque année en juillet, août et septembre, il n'y a plus que 75 % de chances pour que des averses se produisent en juin ou octobre, et 25 % pour des précipitations d'hiver, d'ailleurs sans intérêt vis-à-vis de la croissance des plantes. Une année sur deux connaît des pluies étalées sur plus de 100 jours à Saint-Louis ; à Dagana et à Podor, cette espérance est légèrement inférieure avec respectivement 23 et 28 averses supérieures à 1 mm contre 30 à Saint-Louis.

Hypothèse d'une évolution du climat. — On a porté sur la figure 3 les moyennes de précipitations de 5 années consécutives depuis un siècle à Saint-Louis, les valeurs placées entre parenthèses étant incertaines soit parce que les diverses sources ne concordent pas, soit parce qu'il manque une année d'observations.

**précipitations
moyennes pour 5 ans**

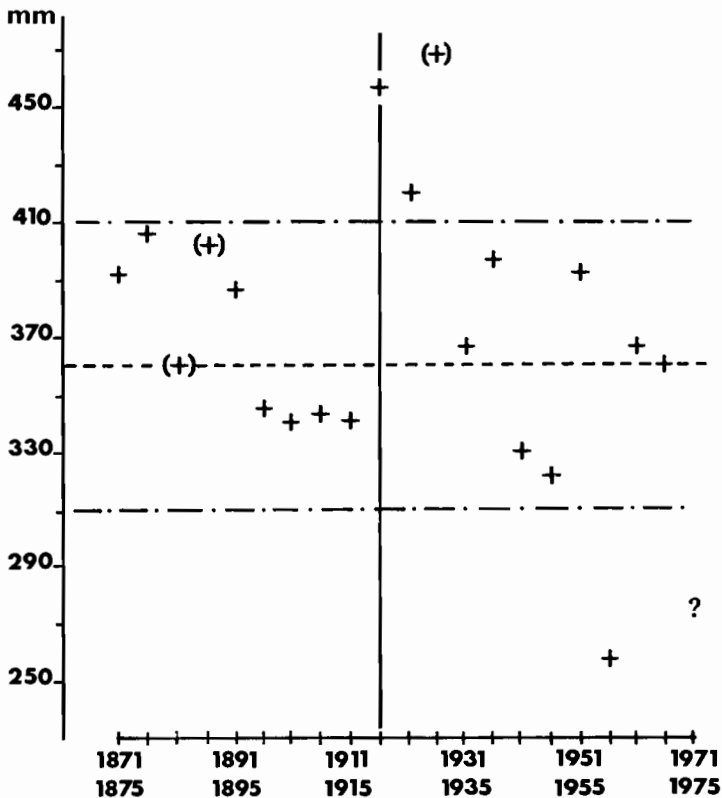


Figure 3. — Moyennes pluviométriques quinquennales à Saint-Louis du Sénégal (période 1871-1970).

La deuxième moitié du siècle se distingue par une plus grande variabilité de ces moyennes, mais il n'apparaît pas de tendance manifeste à une plus grande ou plus faible pluviosité. Cependant, et c'est le point le plus important, le schéma montre une période très arrosée entre 1916 et 1930, époque à laquelle furent mis en place les réseaux d'observations météorologiques d'Afrique. Ainsi, en de nombreux lieux, on devait s'étonner ensuite de n'enregistrer que des pluies très inférieures à ces « normes » très suspectes d'une période exceptionnelle.

Nous nous sommes efforcé de remonter plus avant dans le temps : l'examen des cernes d'accroissement de vieux arbres semble indiquer qu'il y eut une autre époque humide de 1850 à 1860 et le docteur Barte (1858) aurait ainsi pu observer un Sahel plus verdoyant et plus favorable à l'homme qu'il ne l'est souvent, pour autant que les conditions du Sénégal aient été générales à tous les confins du désert.

Par contre, on a gardé peu de souvenir d'une période quinquennale (1956-60) pourtant récente et bien plus sèche que les années 1960 à 70 ; il y eut aussi, de 1896 à 1915, près de vingt années consécutives de pluies médiocres et il paraît donc pour le moins prématuré de parler d'un assèchement actuel du Sahel.

En réalité, la végétation sahélienne est certainement adaptée à une pluviosité annuelle inférieure à la moyenne « classique » et peut sans doute supporter l'absence presque totale de pluies pendant une année. Cependant, la succession de trois années inférieures à 200 mm ne devrait théoriquement être possible que tous les millénaires, et ce dernier point ajoute une valeur particulière aux études conduites au Sénégal dans le cadre du P.B.I.

ACTION DES PLUIES SUR LA VEGETATION HERBACEE

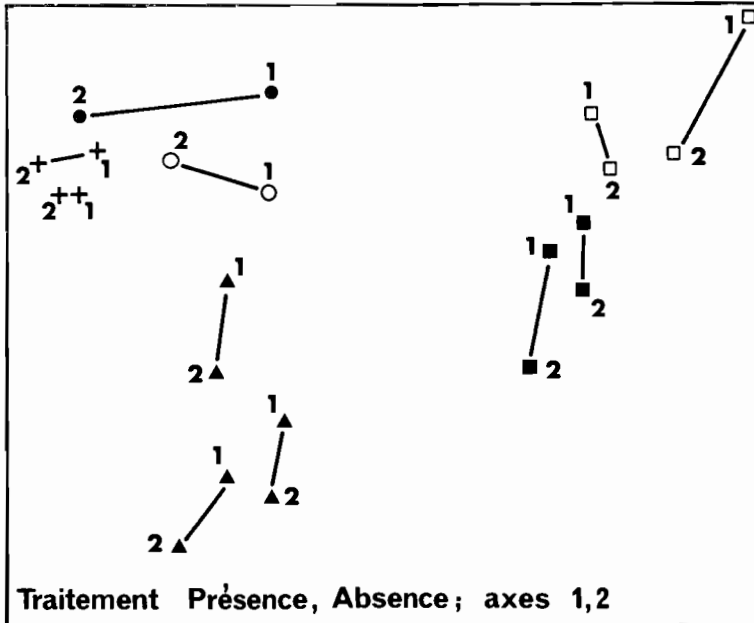
Dans le cas de la strate herbacée, ce ne sont pas les conditions extrêmes de 1972 à Fété Olé qui présentent le plus d'intérêt puisque, les germinations de plantes annuelles ayant rarement eu lieu, la végétation herbacée ne se développa presque pas. Mais il est intéressant de voir comment cette même végétation réagit habituellement à la quantité d'eau reçue.

Action sur la structure des groupements végétaux. — Les groupements herbacés de la région de Fété Olé avaient été définis à partir de l'analyse factorielle des correspondances des relevés botaniques (Bille et Poupon, 1972) qui mettait en évidence sept unités :

- groupement 1 sur dune, avec *Aristida mutabilis* et *Schoenefeldia gracilis* ;
- groupement 2 en replat, avec *Ctenium elegans* et *Cenchrus* spp. ;

- groupement 3 de bas de pente, à *Diheteropogon hagerupii* ;
- groupement 4 sciaphile, sous les arbres des dunes ;
- groupement 5 graminéen, sous les arbres des dépressions ;
- groupement 6 localisé comme le précédent, mais non graminéen ;
- groupement 7 héliophile des dépressions inondables.

La figure 4 présente le déplacement des points représentatifs des relevés effectués au même point d'une année humide à une année plus sèche. On remarque que :



+	groupement	1	▲	groupement	4
●	"	2	□	"	5
○	"	3	■	"	6

Figure 4. — Influence de la sécheresse sur la structure des groupements herbacés.

a) le groupement 1 est le moins affecté, puisque ses projections mathématiques sur le plan choisi ici restent proches : les projections s'éloignent légèrement de la zone correspondant aux dépressions, soit en pratique une xérophilie un peu plus accentuée ;

b) les groupements sous ombrage marquent une nette ten-

dance à une individualisation plus forte : migration des points à l'opposé de la partie héliophile du graphique, partie occupée par les groupements 1, 2, 3 et 7. L'influence des arbustes est donc plus grande en année sèche ;

c) par contre, les groupements 2, 3 et 7 perdent de leur individualisation : le groupement 3 devient voisin des formations de dune, et le centre de dépression 7 se distingue moins bien de sa couronne arbustive. Quant au groupement 2, il disparaît, dernier point tout à fait visible sur le terrain puisque, en année sèche, la principale espèce caractéristique du groupement (*Ctenium*) est rare ou inexistante.

La méthode de traitement mathématique de Roux et Roux (1957) se révèle ainsi très adaptée à une analyse des variations d'un ensemble complexe de conditions écologiques puisqu'elle classe les relevés floristiques en fonction de toutes leurs composantes et permet de raisonner sur les modifications d'affinités entre ces relevés.

Action sur la phénologie et la biomasse. — En 1972, des formes naines ont existé pour des *Panicum laetum*, *Blepharis* et *Borreria* qui ont réussi à effectuer un cycle complet en conditions édaphiques favorables (bas de pente), bien que n'ayant bénéficié d'une alimentation en eau que pendant trois ou quatre semaines. Ces plantes avaient germé fin octobre et ont donné des graines fin décembre, soit après 50 ou 60 jours.

De même, on observe classiquement chaque année certains secteurs défavorisés par les orages et où existent des plantes herbacées de taille réduite qui ont été décrites par de nombreux auteurs. Ceux-ci semblent les justifier par la pauvreté des sols, explication qui n'est pas fautive dans la mesure où la pauvreté en matière organique du substrat implique une faible capacité de rétention en eau.

Enfin, des plantules obtenues en bacs en mars 1972 ont été repiquées et conservées jusqu'à la fin du mois de mai. La fructification a été obtenue en 45 jours pour *Chloris plicurva*, 55 jours pour les *Aristida* et 60 jours pour *Zornia glochidiata*, bien qu'aucune des plantes n'ait à cette époque dépassé 10 centimètres de hauteur. Or il faut admettre que ces plantules n'ont pas manqué d'eau, puisqu'elles vivaient dans des récipients possédant une réserve d'eau, et qu'elles ont poussé dans un milieu normal, identique à ce qu'il fut quelques mois plus tard.

Le seul point commun aux trois formes de nanisme était pourtant un déficit en eau, ou plus exactement un déséquilibre entre l'alimentation et les besoins de la plante, l'évapo-transpiration intense en liaison avec la sécheresse de l'atmosphère n'ayant pu, dans le dernier cas, être compensée par la mise à disposition d'eau

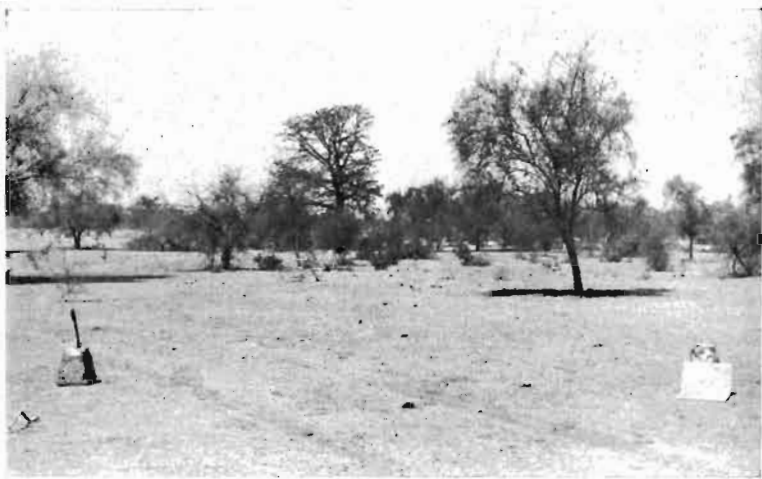


Figure 5. — Le terrain expérimental de Fété-Olé en septembre 1969 (en haut) et septembre 1972 (au-dessous) : en 1972, le sol est resté nu et de nombreux arbres sont défeuillés ou partiellement morts.

à volonté. Il semble qu'il se produise une réaction physiologique qui se traduit par :

- un raccourcissement du cycle végétatif (50 jours au lieu de 70 à 90 jours) ;
- une diminution de la taille des végétaux qui se traduira évidemment, même en année moins sévère, par une diminution de production nette. La fructification mobilise alors une fraction relativement plus importante de cette production.

La figure 6 présente l'évolution des biomasses aériennes de trois groupements herbacés en 1969 et 1970. On constate tout d'abord que le maximum de biomasse sur pied, situé en octobre pour l'année 1970, est retardé en moyenne d'un mois pour 1969, en rapport avec l'allongement de la durée de la période de croissance active. Par ailleurs, les biomasses sont les suivantes :

Standing-crop maximum, g de matière sèche par m ²	Groupements :		
	1	4	7
1969	98	260	410
1970	67	180	360
Réduction de la biomasse en 1970 par rapport à 1969. pour cent	31,6	30,8	12,2

Le groupement 7 se distingue par une sensibilité beaucoup plus faible aux variations de pluviosité, puisqu'on le trouve en terrain inondable. Les groupements 1 et 4 enregistrent la même diminution relative de productivité.

Notion de « Pluies Utiles ». — La « Saison des pluies utiles » sera par définition la période de croissance active des végétaux herbacés annuels (thérophytes), donc la période pendant laquelle la teneur en eau du sol est comprise entre les deux valeurs correspondant aux pF 4, 2 et 3. Ainsi, en 1970, le contrôle des profils hydriques dans les sols a attribué une croissance de 70 jours au groupement 1, 60 jours au groupement 4 et 100 jours au groupement 7.

Si on envisage les rapports entre l'hydratation des sols et la répartition des pluies, il apparaît que la Saison Utile commence le plus souvent à partir du moment où il est déjà tombé environ 60 millimètres de pluie en 15 jours, ou une quantité comprise entre 30 et 60 mm en un laps de temps plus réduit. L'échéance intervient, à Fété Olé, tantôt fin juillet, tantôt début août.

La période de végétation active commence avec les germina-

tions, se poursuit tant que l'apport mensuel est supérieur à 40 mm, et se termine en octobre ou en novembre. En fin de saison, le sol restitue à la végétation la différence d'hydratation entre les valeurs de pF 3 et 4,2 : à peu près 20 mm, et durant toute la période de croissance de l'herbe l'évapo-transpiration réelle est de l'ordre de 60 mm par mois au minimum — plus de 60 mm s'il y a un excédent d'eau disponible. Par conséquent, la saison des pluies utiles se prolonge de 10 jours après la dernière grosse pluie.

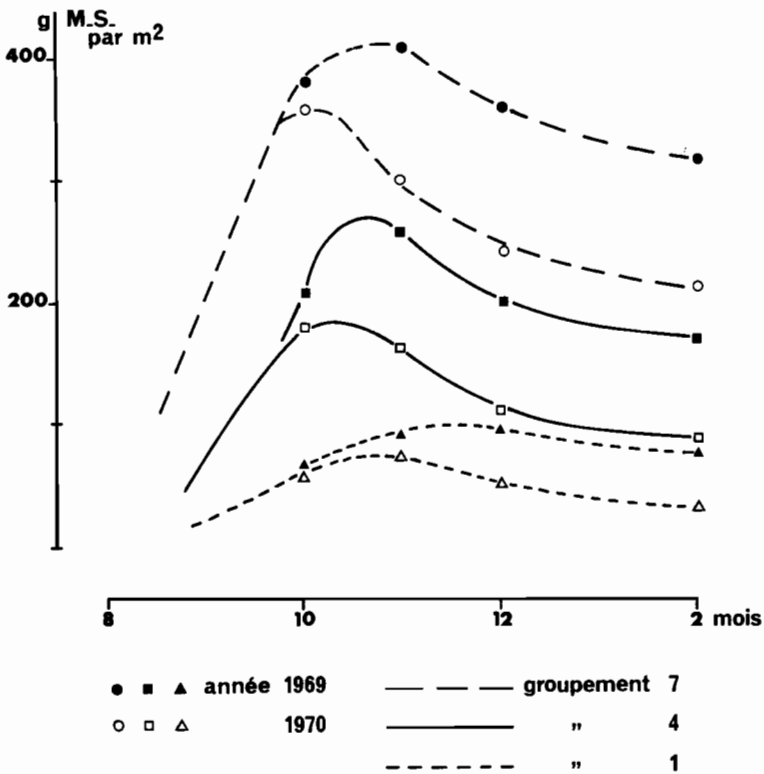


Figure 6. — Comparaison des biomasses aériennes de trois groupements végétaux herbacés en 1969 et 1970, d'août à février.

Ces renseignements ont été utilisés pour tracer l'abaque reproduit par la figure 7 et qui concerne les années 1963 à 1972 pour Saint-Louis, puis Fété Olé, en fonction des valeurs disponibles. On a porté :

a) en juillet et août les précipitations mensuelles en fonction de leur rythme exprimé par la pente de la droite représentative, et avec cumul lorsque les précipitations de juillet ont été insuffisantes (1966, 1967, 1968 et 1971). L'intersection avec la droite

d'ordonnée $p = 60$ mm est considérée comme l'origine de la « Saison Utile » ;

b) en octobre et novembre, les précipitations mensuelles augmentées de 20 mm ; l'intersection avec la droite de pente 2 mm par jour marque la fin de la saison utile.

Pour Dagana où les valeurs retenues sont les moyennes, la

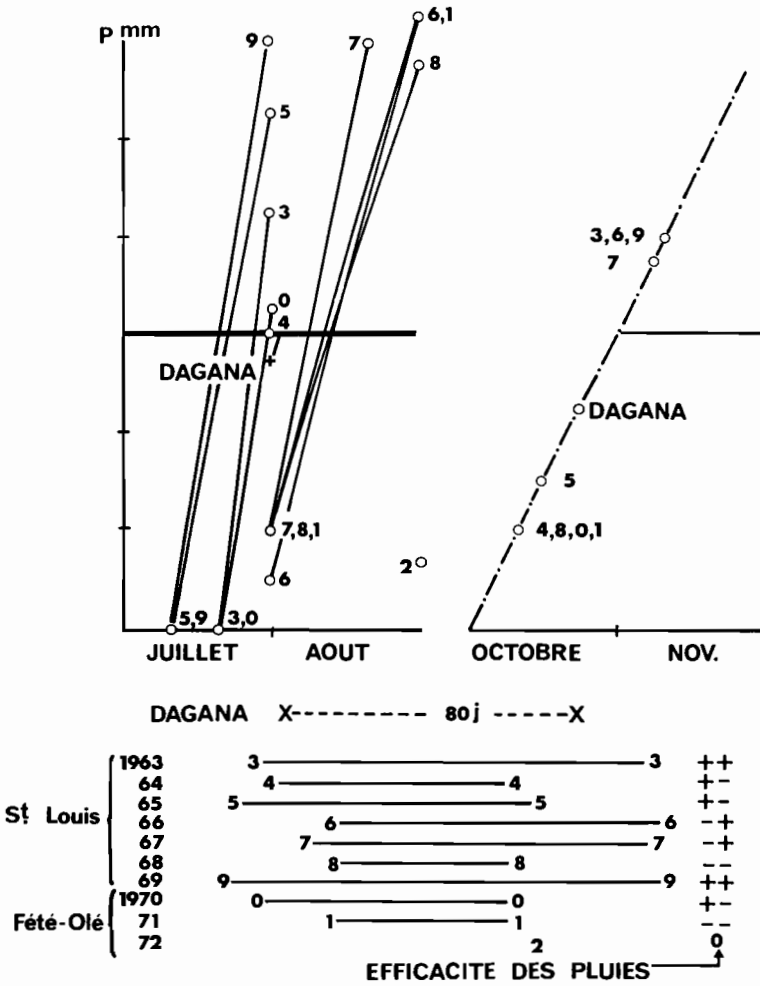


Figure 7. — Saison des pluies utiles.

L'intersection de la droite d'ordonnée $P = 60$ mm avec celle qui représente la pluviométrie cumulée du lieu considéré fournit, en abscisse, la date du début de la « saison utile » ; cette saison s'achève lorsque les pluies d'octobre, augmentées des 20 mm d'eau stockés dans le sol, ont été épuisées à raison de 2 mm par jour.

saison utile dure ainsi 80 jours, du 1^{er} août au 20 octobre. A Saint-Louis, elle a duré de 1963 à 1969 respectivement 105, 70, 80, 85, 90, 55 et 110 jours ; à Fété Olé, on trouve 70 et 55 jours pour les années 1970 et 1971. Il existe des années précoces (1963, 1965, 1969, 1970), et des années où la végétation s'est maintenue tardivement (1963, 1966, 1967 et 1969) ; ne peuvent être considérées que comme plus favorables que la moyenne les années 1963 et 1969 ; défavorables : 1968, 1971 et évidemment 1972.

Cette durée de la saison des pluies utiles pourrait être pour le développement de la strate herbacée un paramètre plus satisfaisant que la pluviosité annuelle. Par exemple, ce terme justifie une production d'herbe plus faible en 1971 (202 mm de pluie) qu'en 1970 (209 mm) dans une proportion que ne justifie pas la faible différence de précipitations.

Prédiction de la production herbacée. — Si on associe les informations précédentes à ce que l'on sait des exigences des espèces, on peut formuler des pronostics floristiques en fonction des hypothèses climatiques :

- Pluies de juillet, engorgement précoce :
 - Groupement 1 : flore riche, jusqu'à 6 % de *Zornia*, quelques Panicées, abondance de *Cenchrus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrostis tremula*, *Ctenium* et *Schoenefeldia* ;
 - Groupement 4 : dominance des Panicées ;
 - Groupement 7 : abondance de *Panicum humile* et *Eragrostis* spp. aux dépens d'*Echinochloa colona*.
- Pluies tardives (15 août) :
 - Groupement 1 : dominance des *Aristida* et des *Dicotylédones*, flore graminéenne pauvre ;
 - Groupement 4 : presque exclusivement *Chloris prieurii* ;
 - Groupement 7 : *Zornia* et *Echinochloa*.

En outre, on peut calculer les productivités apparentes par jour de « Pluies efficaces » (en g de M.S. par m²) :

Groupements :	1	4	7
Année 1969	0,84	2,4	3,7
Année 1970	0,96	2,5	4,3
Moyenne :	0,9	2,5	4,0

Ces valeurs sont assez voisines, en tenant compte du fait que

les durées des saisons utiles calculées sur abaque ne sont pas rigoureusement exactes. Les groupements 1, 4 et 7 occupant respectivement 85, 12 et 3 % de la surface du territoire, la production journalière apparente serait de 11,8 kg de matière sèche par hectare, soit :

Durée de saison des pluies utiles, jours	50	70	90	110
Standing-crop maximum, kg de M.S./ha	590	825	1 060	1 300

De même que la pluviométrie annuelle peut couramment varier de 200 à plus de 400 mm, la production herbacée peut passer du simple au double en zone sahélicienne. Cette constatation, outre le fait qu'elle constitue une mise en garde contre une simplification excessive du potentiel économique de ces régions, explique la variabilité des autres phénomènes biologiques liés à la production primaire : fluctuation des populations animales, déplacements des hommes, intensité des feux incontrôlés, etc.

RESUME

L'étude des précipitations au cours du dernier siècle à Saint-Louis du Sénégal montre une énorme variabilité des phénomènes et une plus grande fréquence de quantités annuelles d'eau inférieures à la moyenne arithmétique. Ces particularités pourraient être dues à l'existence de grosses averses qui se produisent occasionnellement et irrégulièrement. Aucune tendance certaine n'a pu être décelée quant à une évolution du climat depuis cent ans.

La pluviosité intervient à la fois sur la structure des groupements végétaux herbacés et sur la croissance des plantes qui peuvent adopter des formes naines en cas de déficit hydrique, d'où une diminution de production nette. Il est possible d'établir un paramètre du climat (saison des pluies utiles) qui rend compte de la croissance herbacée. Cette production peut varier de zéro (en 1972) à plus d'une tonne de matière sèche par hectare.

SUMMARY

The yearly variations of rainfall for the period 1871-1970 at Saint-Louis (Sénégal) are reviewed. The figures range widely from 144 to 691 mm per year ; the modal value is 330 mm and the mean 370 mm. No definite change in climate during the past hundred years is noticeable in this area.

Rainfall influences both the structure and the productivity of the savana grasslands. At the IBP Study Site of Fété-Olé, above ground production varies « normally » from 590 to 1300 kg/ha (dry weight) ; it appears to be proportional to the duration of the period during which ground water is available to plants (50 to 110 days per year). During 1972, the above ground production of the grass layer on the IBP Study Site was practically nil.

BIBLIOGRAPHIE

- BARTH, H. (1858). — *Travels and discoveries in North and Central Africa*. London, 5 vol.
- BILLE, J.C. et POUPON, H. (1972). — Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal : Description de la végétation. *La Terre et la Vie*, 26 : 351-365.
- BRUNET MORET, V. (1964). — *Etude générale des averses exceptionnelles en Mauritanie*. Rapport ORSTOM, Dakar.
- CHUDREAU, R. (1916). — *Le climat de l'A.O.F. et de l'A.E.F.* Paris, A. Collin.
- CONSTANTIN, F. (1930). — Observations météorologiques moyennes conclues de 23 années d'observation. *Bull. Com. Etudes Hist. Sci. A.O.F.*, 14 : 18-33.
- C.T.F.T. (1973). — Contributions à l'étude de la désertification de l'Afrique tropicale sèche. In : *Bois et Forêts des Tropiques*, n° 148-150.
- FRANQUIN, P. (1973). — Analyse agroclimatique en régions tropicales. Méthode des intersections et période fréquentielle de végétation. *Agronomie Tropicale*, 28 : 665-682.
- ROUX, G. et ROUX, M. (1973). — A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. *Rev. Stat. Appl.*, 14 : 59-72.
- SERVICES MÉTÉOROLOGIQUES DU SÉNÉGAL (1960). — *Le climat du Sénégal, données statistiques*. Dakar.
- WINSTANLEY, D. (1973). — Recent rainfall trends in Africa, the Middle-East and India. *Nature*, 243 : 464-465.