

UNE METHODE D'ANALYSE DES CARACTERISTIQUES
DE LA SAISON DES PLUIES EN REGION SAHELIEENNE
(Exemples pris au Sénégal)

par M. ERPICUM *
M. BINARD *
J.P. PETERS **
J. ALEXANDRE *

Abstract :

Starting from the daily data supplied by four stations : Saint-Louis, Dakar, Tambacounda and Ziguinchor, a method of characterization of the rainy season in the Sahelian region is proposed.

It is founded on :

- a) the computation of ten -day amounts of precipitation moving from day to day and being greater than 30 mm;
- b) the computation of percentages of rainy days and percentages of dry days included in dry spells of 1 to 3, 4 to 7, 8 to 14, 15 to 30 and more than 30 days duration. These percentages are computed for every five-days period (6 per month) of the part of the year during which it can rain. These percentages are computed from forty successive years (1939 - 1978).

Résumé :

Une méthode de caractérisation de la saison des pluies dans les pays sahéliens est proposée à partir des données journalières de quatre stations : Saint-Louis, Dakar, Tambacounda et Ziguinchor

Cette méthode est fondée sur :

- a) le calcul des totaux décennaires des précipitations, mobiles de jour en jour et supérieurs à 30 mm;
- b) le calcul des pourcentages de jours pluvieux et des pourcentages des jours secs appartenant à des épisodes secs de durée de 1 à 3, 4 à 7, 8 à 14, 15 à 30 et de plus de 30 jours. Ces pourcentages sont calculés pour chaque période de 5 jours (6 par mois) de l'époque de l'année pendant laquelle il peut pleuvoir , et à partir des données de 40 années successives (1939 - 1978).

* Université de Liège, Laboratoire de Géographie Physique - Place du 20 Août, 7 - 4000 - LIEGE - BELGIQUE

** ACLHYDA, Projet Banque de Données ; Programme Belgique - OMM
Rue Lincoln - 1180 - UCCLE - BELGIQUE.

INTRODUCTION

Apprécier une saison des pluies au point de vue de l'agroclimatologie consiste notamment en une détermination des dates du début et de fin de cette saison ainsi qu'en l'estimation du risque de séquences sèches au sein de celle-ci. Les précipitations tropicales étant essentiellement locales, il est difficile de se fonder sur les précipitations en une station déterminée pour en déduire les effets régionaux. Ces précipitations ont également des fréquences fortement variables dans l'espace et dans le temps. Le caractère aléatoire de ces précipitations en un endroit déterminé peut être pallié grâce à l'humidité de l'air qui garde, de façon plus large et plus durable, les effets des précipitations locales (cf. entre autres, MBENZA, M., 1982; NTOMBI, N., 1982, ...). Cet élément climatique n'est, hélas, pas assez souvent noté et ne l'est que plus rarement encore avec la rigueur souhaitée. Une méthode simple et rapide devrait donc se fonder sur les seules précipitations dont la collecte des données est plus largement organisée et depuis plus longtemps. Toutefois, en ce qui concerne l'Afrique et le Sahel en particulier, nous ne disposons pas de très longues séries, une quarantaine d'années dans la plupart des cas favorables. Pour remédier à la grande variabilité des pluies journalières, il convient donc d'augmenter la dimension de l'échantillon et d'effectuer des regroupements, en décades par exemple (cf. notamment COCHEME, J. & FRANQUIN, P., 1968). Toutefois, lorsque l'étude a pour objectif de rechercher la date la plus probable du début ou de la fin de la saison des pluies, un pas de temps inférieur à la décade peut être souhaité. La pentade, ou période de cinq jours, fournit une précision de date satisfaisante, une estimation statistiquement significative (puisque l'échantillon est de 40 ans x 5 jours, soit 200 jours) et comme il apparaîtra plus tard une évolution dans le temps suffisamment lissée. Nous avons veillé à prendre en compte le nombre de jours secs qui précèdent chaque jour de pluie.

Une autre méthode que nous préconisons dans le présent article est de conserver des périodes de plusieurs jours (dix, éventuellement cinq) mais en les rendant mobiles avec des déplacements successifs de jour en jour.

Pour la mise en application de ces méthodes, le choix s'est porté sur le Sénégal car ce pays possède la caractéristique sahélienne de connaître une différenciation pluviométrique méridienne très marquée. Les données quotidiennes utilisées ont été mises à la disposition des auteurs par la Banque de Données ACLHYDA (*).

Les exemples proposés ci-après concernent les stations de Saint-Louis (16°03 N, 16°27 W), Dakar (14°44 N, 17°30 W), Tambacounda (13°46 N, 13°41 W) et Ziguinchor (12°33 N, 16°16 W) durant la période de 1939 à 1986 - période très largement affectée par la longue sécheresse sahélienne, celle-ci ayant débuté dès 1966 (G. DEMAREE & M. S. CHADILLY, 1988).

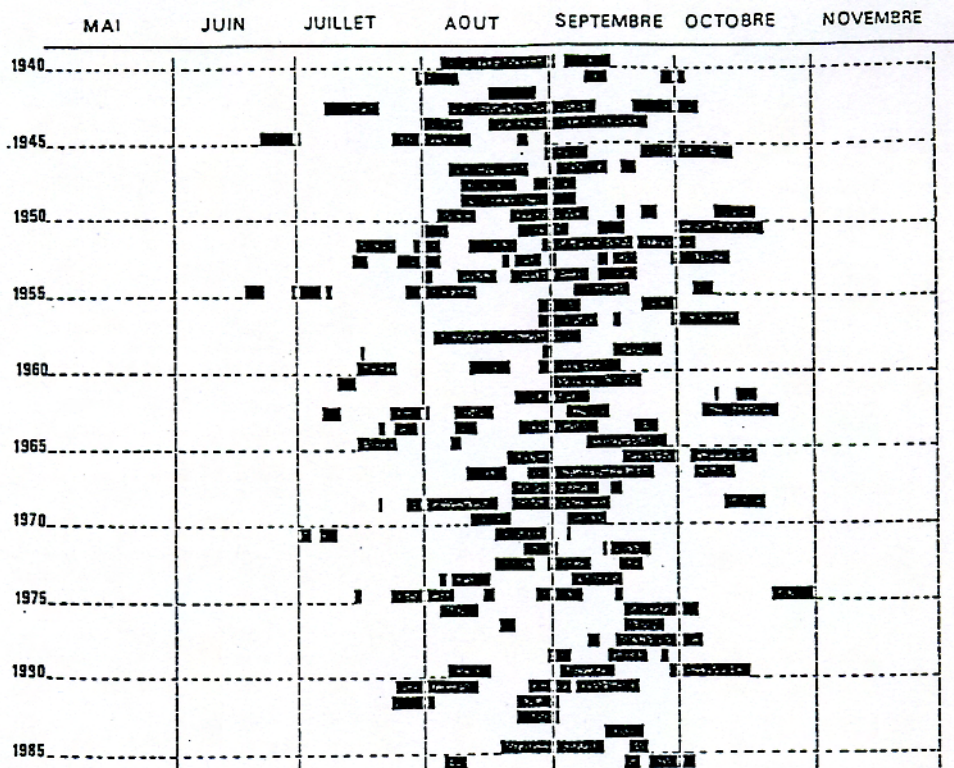
1. PROBABILITE DES JOURS CLIMATIQUEMENT PROPICES A L'AGRICULTURE SELON LA DATE DU CALENDRIER.

Le critère climatique qui doit permettre de définir un jour propice à l'agriculture peut dépendre, entre autres, des pluies tombées pendant un certain laps de temps antérieur, de la façon dont sont réparties les pluies au sein de ce dernier, de l'avancement de la saison des pluies, de la nature du sol, des plantes cultivées, ...

Des études expérimentales sur le terrain sont donc nécessaires. Toutefois, dans un premier temps, force nous sera d'adopter des données provisoires qui seront éventuellement sujettes à révision.

* ACLHYDA : Projet Banque de Données, Programme Belgique - OMM

SAINT-LOUIS



TAMBACOUNDA

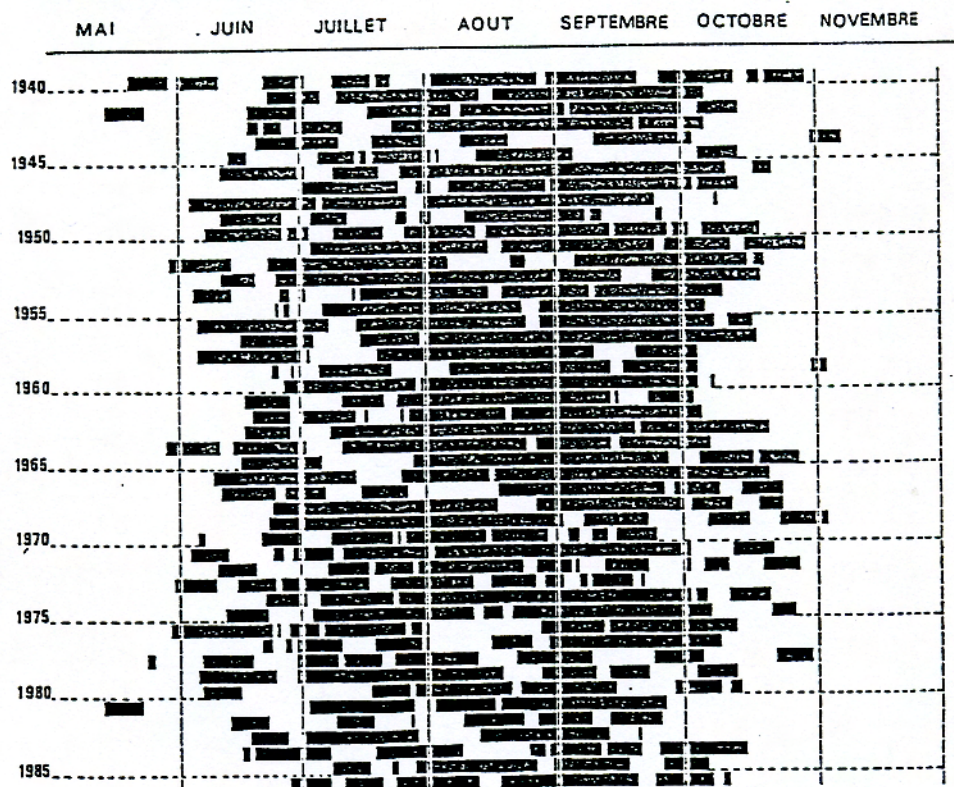


Figure 1 : Répartition au cours des différentes saisons des pluies de 1939 à 1986 des jours favorables à l'agriculture répondant au critère suivant : lame d'eau égale ou supérieure à 30 mm dans la période de dix jours qui comprend le jour même et les neuf jours précédents.

a) Saint-Louis ; b) Tambacounda.

Distribution of propitious days to agriculture during the different rainy seasons from 1939 to 1986 years. Selected criterion : rainfall depth greater or equal to 30 mm during the ten-days period including the concerned day and the nine preceding days.

Comme valeur-seuil de départ, nous nous sommes inspirés de celle que proposent M. FRERE et G.F. POPOV (1986) pour la décade la plus favorable aux semailles dans les pays semi-arides.

Par extension, nous avons donc considéré comme jour propice à l'agriculture celui qui est précédé par une période de dix jours pour lesquels les précipitations totales ont dépassé 30 mm. Grâce à un déplacement de la décade par pas de un jour, chacun des jours répondant à ce critère a pu être détecté au cours des différentes années d'observation. La figure 1 présente les résultats pour les stations de Saint-Louis et de Tambacounda.

A l'origine il avait été envisagé une exigence supplémentaire à savoir que les 30 mm tombent pendant au moins trois jours différents, considérant que pour une seule pluie de 30 mm, la part de l'infiltration est beaucoup moindre. Toutefois, il s'est avéré, à l'analyse, que les décades au cours desquelles la lame d'eau supérieure à 30 mm avait été recueillie en une seule pluie, étaient assez rares et que par conséquent le critère additionnel était la plupart du temps respecté.

Les figures 1a et 1b mettent clairement en évidence la grande variabilité de la date d'apparition des jours favorables à l'agriculture. Cette période s'étend du 15 juin à la fin août pour Saint-Louis, alors qu'elle est réduite du 15 mai à la fin juin pour Tambacounda. Les premiers jours favorables à l'agriculture sont assez souvent suivis par une période de sécheresse plus ou moins longue et constituent donc, dans ce cas, de faux départs néfastes à l'agriculture. La fin de la saison des pluies est un peu plus nette (voir également la figure 2).

Des périodes sans pluie "utile" assez longues sont constatées au cours de la saison des pluies, mais leur date d'occurrence est elle-même assez variable. Il est pertinent de se demander s'il existe une vraie saison des pluies à Saint-Louis et si la sécheresse des années récentes ne s'observe pas surtout sur le diagramme de Saint-Louis.

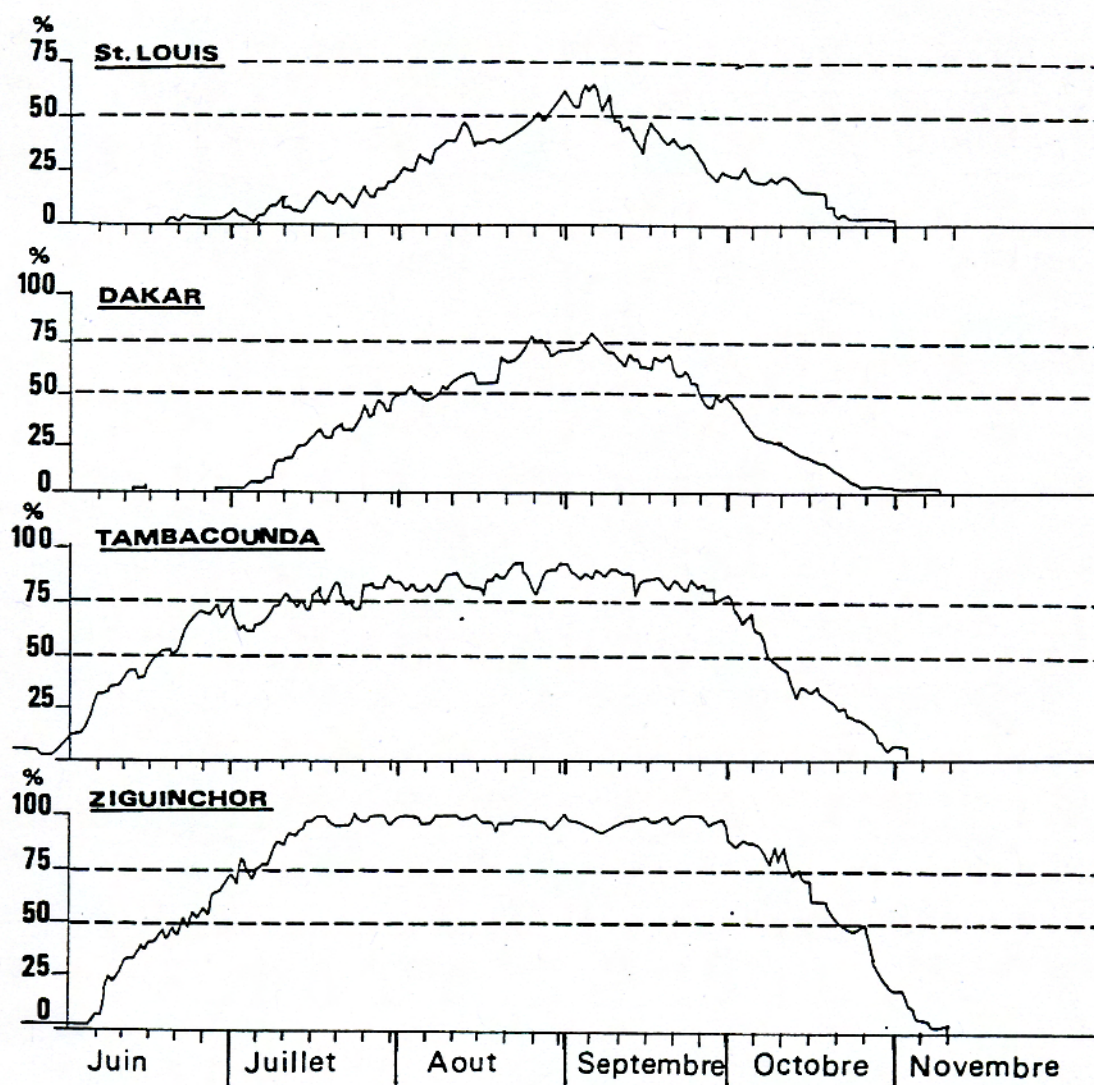


Figure 2 : Probabilité que chaque jour de la période du début de juin au début de novembre soit un jour favorable à l'agriculture selon le critère retenu à la figure 1.

Daily probability for having - from the beginning of June to the beginning of November - a propitious day to agriculture according to the criterion used in figure 1.

La probabilité qu'un jour de calendrier déterminé soit un jour favorable à l'agriculture selon le critère d'eau précipitée (figure 2) est un résumé des colonnes de la figure 1. Les graphiques de la figure 2 montrent mieux l'asymétrie qui existe entre l'installation de la saison des pluies et son retrait, ce dernier étant plus rapide. Ces graphiques marquent très bien la longueur et la forte intensité de la saison des pluies pour les stations de Ziguinchor et de Tambacounda. La pleine saison des pluies se marque plus par une stabilisation de la probabilité que par sa valeur élevée. Elle oscille entre 90% et 100% à Ziguin-

chor et entre 75% et 90% à Tambacounda. Par contre, à Dakar et à Saint-Louis, la probabilité ne cesse pas d'augmenter jusqu'un peu après la moitié de la période de l'année au cours de laquelle les précipitations sont observées. On constatera que les moments correspondants au maximum de probabilité à Dakar et à Saint-Louis (début septembre) correspondent au deuxième tiers de la période pendant laquelle la probabilité est stabilisée à Tambacounda et à Ziguinchor. Notre critère est peut-être trop sévère. Dans ce cas, on ne parlerait plus de pleine saison des pluies ni à Dakar, ni encore moins à Saint-Louis. La méthode doit encore être soumise à divers tests dans d'autres pays du Sahel et s'adapter à des critères probablement mieux adaptés aux souhaits des agronomes.

2. EVOLUTION DE LA SAISON DES PLUIES DANS LE TEMPS ET D'UNE STATION A L'AUTRE.

Les jours de pluie (jours avec relevé de trace inclus) tout comme les jours secs appartenant à un épisode sec de plus de 7 jours ont été comptés pentade par pentade du 1er mai au 30 novembre, afin de comprendre les dates extrêmes du début et de la fin de la saison des pluies dans toutes les parties du Sénégal. Ces comptages ont été établis de 1939 à 1978.

La figure 3 montre l'évolution de pentade en pentade des probabilités associées à ces deux types de journée à Saint-Louis et à Tambacounda. On constatera que les courbes représentant ces probabilités se croisent pour des valeurs proches de 30 % à Saint-Louis comme à Tambacounda, aussi bien en début qu'en fin de la saison des pluies. Ces valeurs sont confirmées pour les stations de Dakar et Ziguinchor (figures 4a et 4d).

La période pendant laquelle la probabilité d'obtenir un jour de pluie est supérieure à celle d'obtenir un jour sec appartenant à un épisode

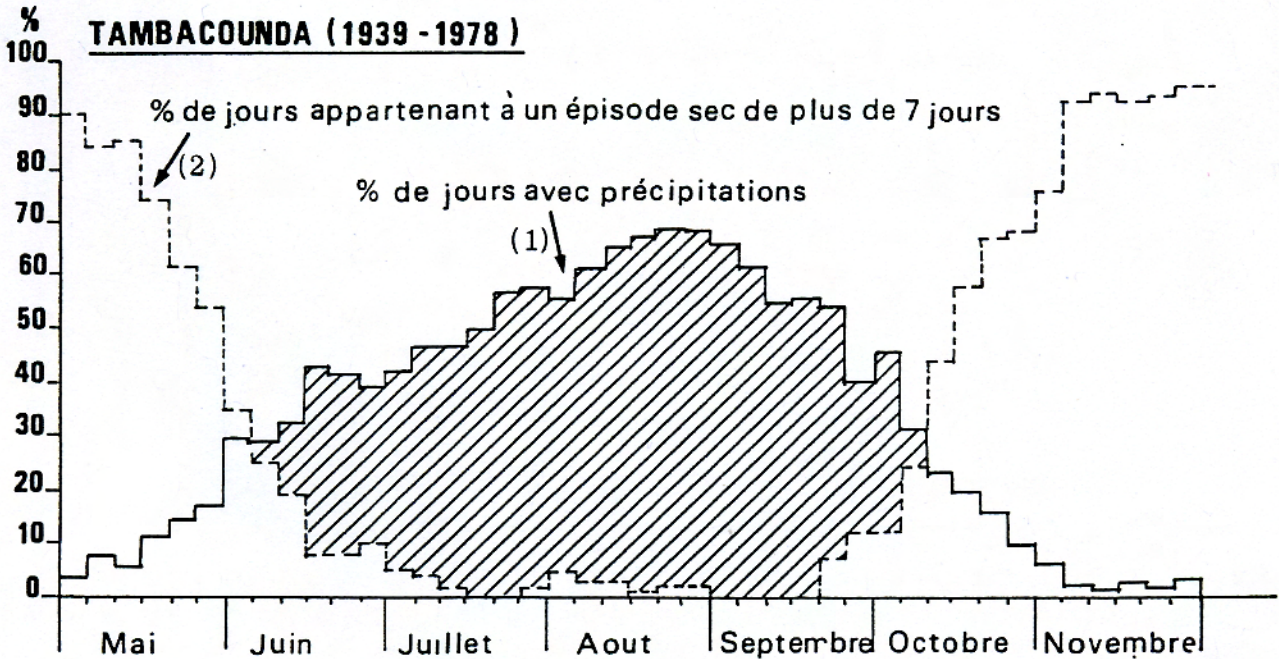
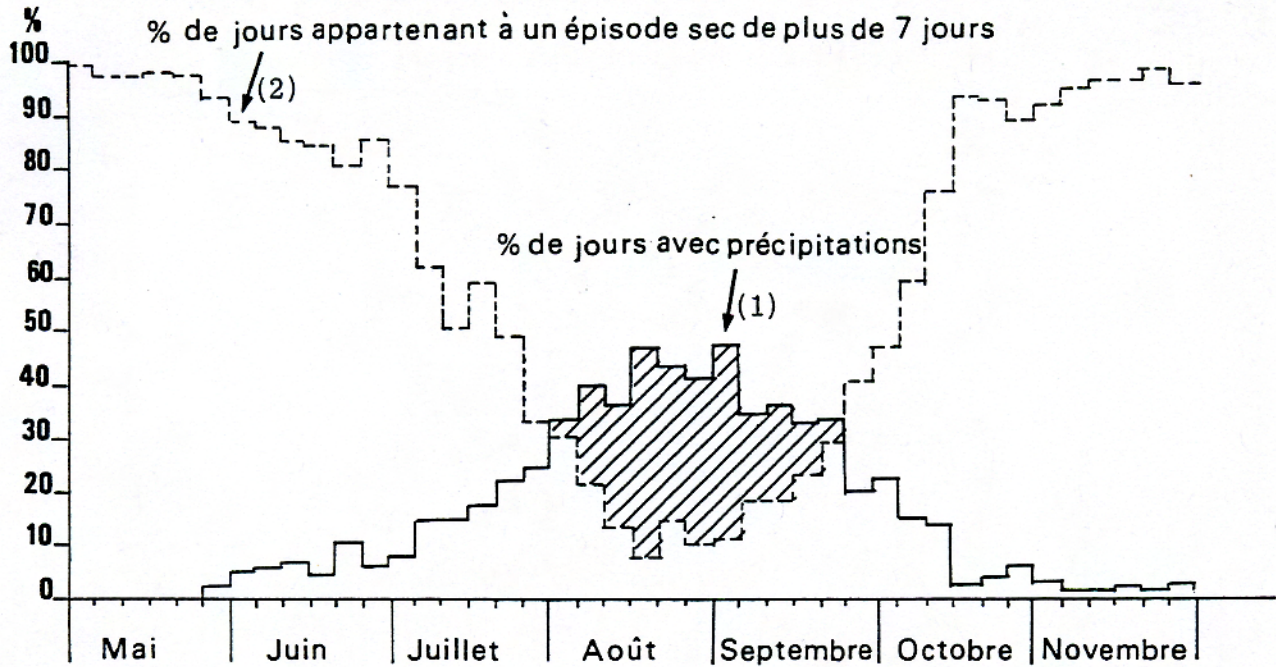
SAINT-LOUIS (1939-1978)

Figure 3 : Probabilité d'obtenir pour chaque intervalle de cinq jours (six jours pour les fins de mois comptant 31 jours) de la saison où il peut pleuvoir (début mai à fin novembre) : 1) des jours de pluie (jours à relevé de trace inclus) 2) des jours secs appartenant à un épisode sec de plus de 7 jours pour les stations de a. Saint-Louis ; b. Tambacounda.

Probability for having - every five days period of the season during which it can rain : 1) rainy days (days with drops measurement included) 2) dry days included in dry episodes of more than seven days.

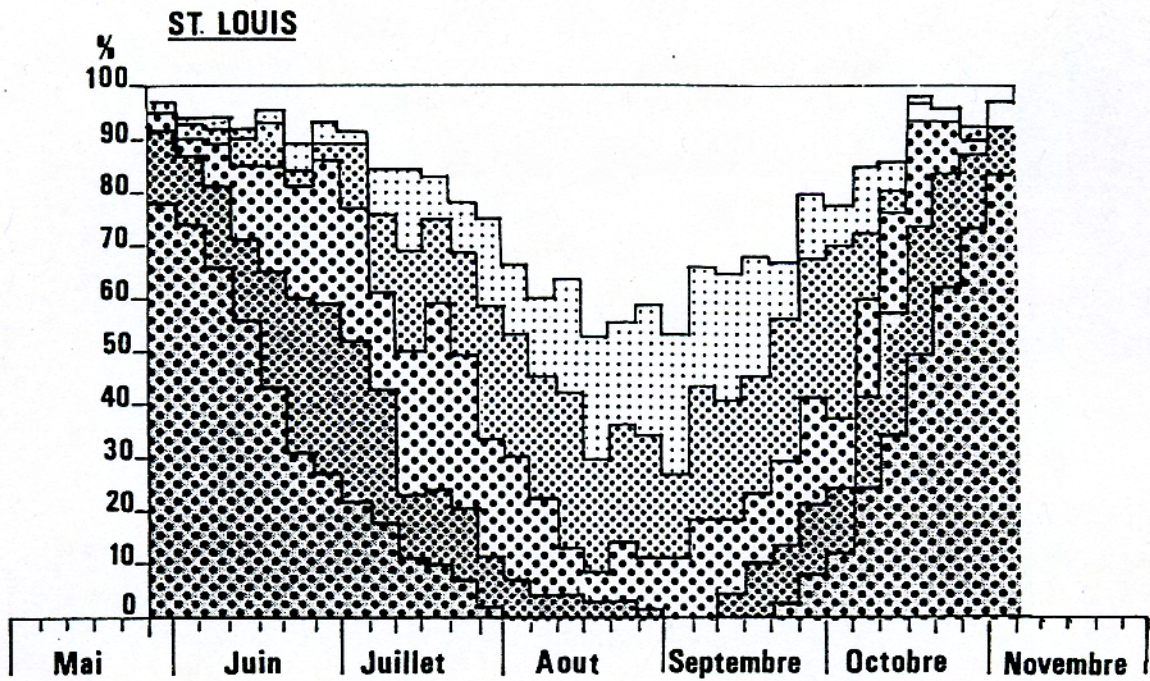
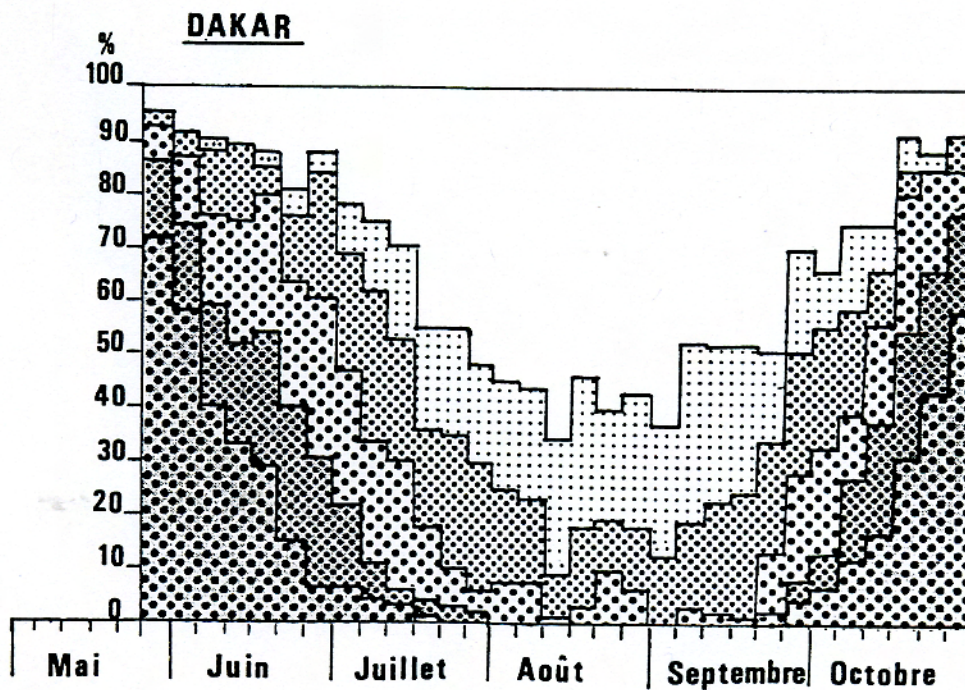
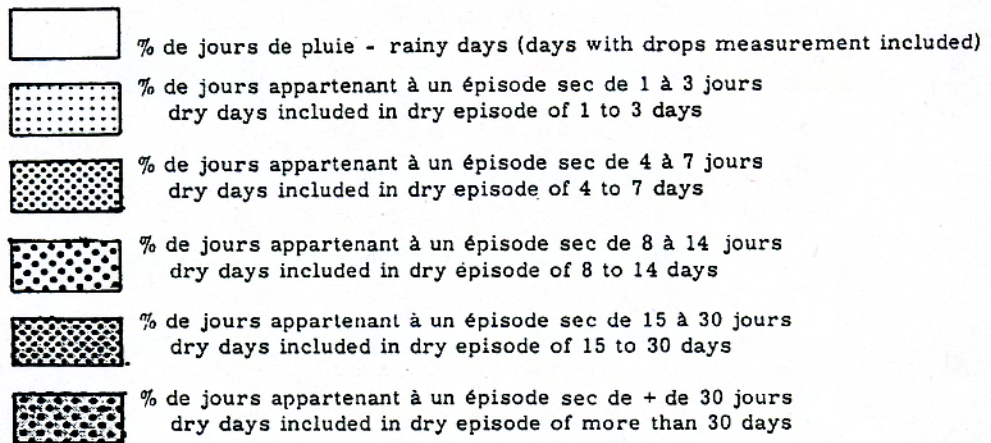


Figure 4 :



ZIGUINCHOR

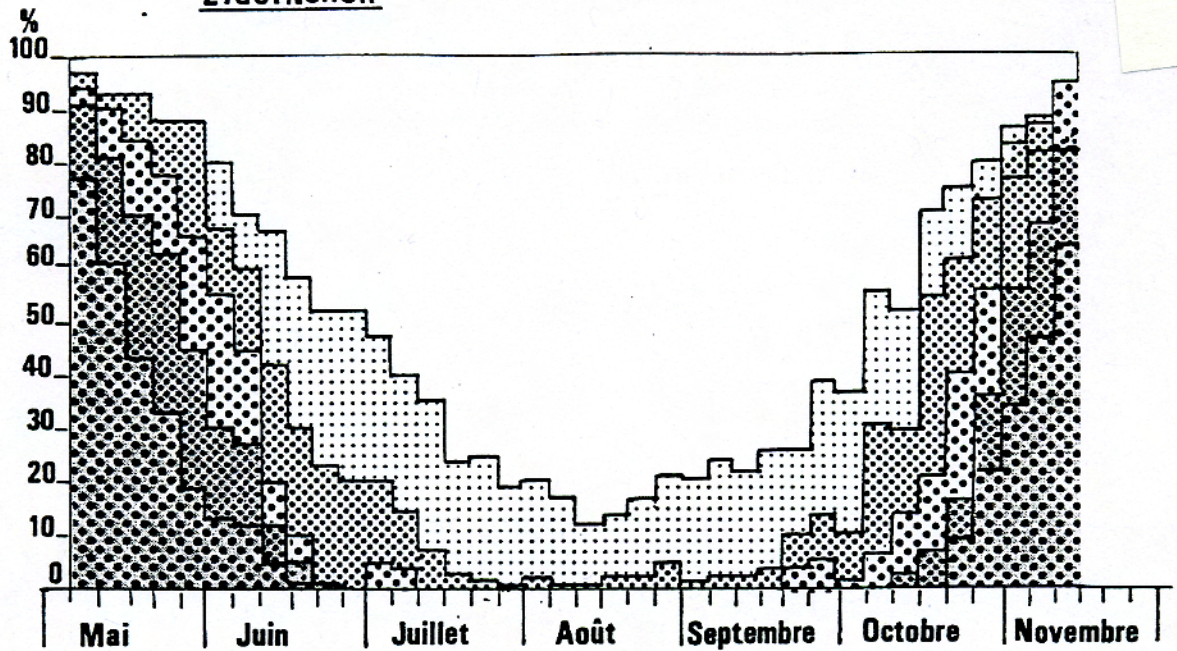
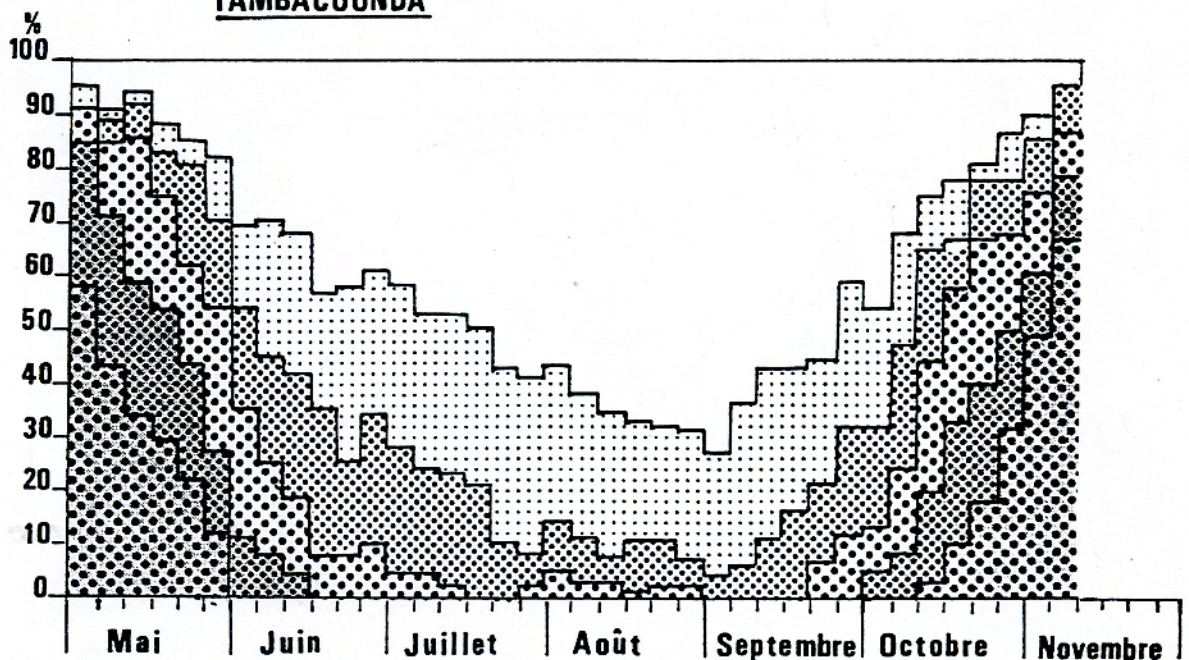


Figure 4 :

- % de jours de pluie - rainy days (days with drops measurement included)
- % de jours appartenant à un épisode sec de 1 à 3 jours
dry days included in dry episode of 1 to 3 days
- % de jours appartenant à un épisode sec de 4 à 7 jours
dry days included in dry episode of 4 to 7 days
- % de jours appartenant à un épisode sec de 8 à 14 jours
dry days included in dry episode of 8 to 14 days
- % de jours appartenant à un épisode sec de 15 à 30 jours
dry days included in dry episode of 15 to 30 days
- % de jours appartenant à un épisode sec de + de 30 jours
dry days included in dry episode of more than 30 days

TAMBACOUNDA



sec de plus de 7 jours est donc réduite à la période du 1er août au 25 septembre à Saint-Louis alors qu'elle s'étend du 6 juin au 10 octobre à Tambacounda.

Ces dates pourraient être proposées comme dates limites habituelles de la période humide. Elles s'écartent d'ailleurs peu de celles qui sont proposées par COCHEME, J. & FRANQUIN, P. (1968) à partir du calcul de l'évapotranspiration.

A Saint-Louis, aucun moment de la saison des pluies ne connaît une probabilité d'obtenir un jour de pluie supérieure à 50 % alors qu'à Tambacounda, cette période s'étend du 16 juillet au 25 septembre.

Plus de 10 % des jours de l'époque de l'année pendant laquelle la "saison des pluies" est la plus marquée à Saint-Louis, ont encore une probabilité d'appartenir à un épisode sec de plus de 7 jours, alors qu'à Tambacounda, moins de 5 % des jours ont une probabilité d'appartenir à un épisode sec de plus de 7 jours pendant toute la période du 1 juillet au 20 septembre. Ces faits marquent sans équivoque les très grandes différences qui existent entre la saison des pluies à Saint-Louis et à Tambacounda.

Afin de mieux préciser les différences qui viennent d'être évoquées entre deux stations particulières du Sahel et étant donné que dans cette région, la saison des pluies peut être caractérisée avec intérêt par la fréquence et la durée des épisodes secs observés entre deux pluies successives, une statistique des jours secs complémentaire à celle des jours de pluie est dès lors proposée ci-après.

La distinction des jours secs de la saison des pluies s'est faite selon leur appartenance à un épisode sec dont la durée maximum varie en fonction d'une progression quasi géométrique d'un facteur 2. Les épisodes secs ont été scindés en 5 classes : 1 à 3 jours, 4 à 7 jours, 8 à 14 jours, 15 à 30 jours et plus de 30 jours.

Les graphiques de la figure 4 synthétisent les résultats des statistiques obtenues pour les stations de Saint-Louis, Dakar, Tamba-

counda et Ziguinchor de 1939 à 1978. Ils permettent de discriminer avec beaucoup de détails les caractéristiques de la saison des pluies d'une station à l'autre et de 5 jours en 5 jours. Ces graphiques mettent clairement en évidence les très grandes différences qui existent au sein de la saison des pluies sur une distance méridienne de 400 km en territoire sahélien. Ils pourraient constituer un outil climatologique pour l'aide à la sélection des plantes à cultiver et la gestion des pratiques agricoles à appliquer en région sahélienne.

3. CONCLUSION

Le recours aux seuls fichiers pluviométriques semble convenir parfaitement à l'élaboration d'un calendrier de prévision des occurrences de précipitation et des risques de sécheresse pour des périodes de 5 jours et pour les régions sahéliennes.

La méthode qui est proposée par les auteurs a l'avantage de ne pas devoir dépendre de données météorologiques concomitantes plus difficiles à rassembler pour de longues séries et pour de nombreuses stations. Elle ne nécessite pas le calcul de l'évapotranspiration potentielle et permet, non seulement de proposer les limites les plus habituelles de la saison des pluies, mais aussi de caractériser avec beaucoup de détails les fluctuations de la saison des pluies d'une année à l'autre et de 5 jours en 5 jours.

Il reste toutefois à mettre cette méthode à l'épreuve pour répondre aux besoins agroclimatologiques et nous espérons que les agronomes nous confieront leurs remarques et conseils en la matière pour la rendre plus efficace.

4. BIBLIOGRAPHIE

- COCHEME, J. & FRANQUIN, P. 1968. Etude agroclimatologique dans une zone semi-aride en Afrique au sud du Sahara. Note technique n° 86. Genève (Suisse), OMM.
- DEMAREE, G. & CHADILLY, M.S., 1988. The Sahelian drought(s) as seen from the rainfall data of a Mauritanian station. In : The 1st International Conference in Africa on Computer Methods and Water Resources, Rabat (Morocco), March 1988.
- DREZE, A., 1985. Establishment of a climatological and hydrological data bank of the Sahelian countries. A co-operation Project between Belgium, WMO and CILSS. Seminar held at the VUB, IUPHY, Brussels, November 13, 1985.
- FRERE, M. & POPOV, G.F., 1984. Agroclimatological data for Africa. Vol. 1, Plant Production and Protection Series n° 22, FAO.
- FRERE, M. & POPOV, G.F., 1986. Early agrometeorological crops yield assessment. Plant production and protection, paper n° 73 Roma (Italy), FAO.
- GARBUTT, D.J., STERN, R.D., DENNETT, M.D. & ELSTON, J., 1981. A comparison of the rainfall climate of eleven places West Africa using a two-part model for daily rainfall. In : Arch. Met. Geogr. Biokl. Ser. B, pp. 137-155.
- MALAISSÉ, F., MALAISSÉ-MOUSSET, M. & SCHOROCHOFF, G., 1978. Analyse de la pluviosité à Lubumbashi et dans ses environs immédiats. In : Geo-Eco-Trop, 2 (3), pp. 301-315.
- MBENZA, M., 1982. L'évolution de la teneur en eau de l'air à proximité du sol dans la région de Lubumbashi au cours de la période sans pluies continues. In : Geo-Eco-Trop, 6 (3), pp. 191-199.
- NTOMBI, M.K., 1982. La date du début de la saison des pluies à Lubumbashi (Shaba - Zaïre). In : Geo-Eco-Trop 6 (3) pp. 183-190.
- PETERS, J.P. & SCHEFFERS, J.F., 1985. Contrôle de qualité. Procédures de contrôle assurant la qualité des données. Contrat FNDP/OMM. Programme Belgique-OMM. Projet Banque de Données ACLHYDA

- SOYER, J. & NTOMBI, M. , 1982. Variabilité spatiale des pluies à Lubumbashi (Zaire). In : Geo-Eco-Trop, 6 (1), pp. 1-20.
- STERN, R. D. , DENNETT, M. D. & GARBUTT, D. J. , 1981. The start of the rains in West Africa. In : Journ. of Climatology, 1, pp. 59-68.
- TOUPET, Ch. & MICHEL, P. , 1979. Sécheresse et aridité : l'exemple de la Mauritanie et du Sénégal. Geo-Eco-Trop, 3 (2), pp. 137 - 157.
- VIRMANI, S. M. , REDDY, S. J. & BOSE, M. N. S. , 1980. Manuel de climatologie pluviale de l'Afrique occidentale : Données pour des stations sélectionnées. , ICRISAT, Bull. d'information n° 7, (India).