

L'étude présentée s'appuie sur des mesures de précipitation et d'écoulement enregistrées dans les régions non sahéliennes d'Afrique de l'Ouest et Centrale (du Sénégal à la Centrafrique) au cours du XXème siècle. Elle repose sur un ensemble de méthodes d'interpolation et de représentation cartographique, ainsi que sur des méthodes statistiques de détection de ruptures au sein des séries chronologiques.

Les séries pluviométriques annuelles enregistrées sur de longues durées ont permis d'étudier l'évolution spatio-temporelle de la pluviométrie dans ces régions. Les résultats soulignent l'existence d'une alternance de périodes sèches et humides depuis le début du XXème siècle. Ils mettent également en évidence une diminution nette de la pluviométrie dans ces régions d'Afrique, dites humides, depuis la fin des années 1960 et le début des années 1970.

La sécheresse actuelle ne semble pas avoir connu d'équivalent, ni en durée, ni en intensité, sur l'ensemble de la période étudiée. Une étude statistique, confirmée par des représentations cartographiques de ces différentes périodes, met en évidence le caractère fortement hétérogène du phénomène dans l'espace.

Cette diminution de la pluviométrie a de sérieuses conséquences sur les régimes d'écoulement des cours d'eau de ces régions. Cette étude a permis de caractériser ces modifications et d'apporter une dimension régionale à leur interprétation tout en soulignant la diminution importante des volumes écoulés ce qui n'est pas sans conséquences tant au niveau économique qu'environnemental.

MOTS-CLES :

Afrique de l'Ouest et Centrale - Afrique non sahélienne - Régimes pluviométriques - Régimes hydrologiques - Test de Pettitt - Variabilité climatique - Longues séries chronologiques - Ruptures.

VARIABILITE DES REGIMES PLUVIOMETRIQUES ET HYDROLOGIQUES EN CETTE FIN DE SIECLE EN AFRIQUE DE L'OUEST ET CENTRALE NON SAHELIENNE

**Jean-Emmanuel
PATUREL*,
Eric SERVAT,
Brou KOUAME,
Michel TRAVAGLIO,**

ORSTOM, Programme FRIEND AOC, 06 BP 1203
Cidex 1, Abidjan 06, Côte d'Ivoire.

**Hélène LUBES,
Bertrand MARIEU,**

ORSTOM, Programme FRIEND AOC, BP 5045
34032 Montpellier Cedex 1, France.

Jean Marie MASSON,

Laboratoire Géofluides-Bassins-Eau, URA-CNRS
1765, Université Montpellier II,
Place Eugène Bataillon, 34095 Montpellier Cedex
France.

Abstract

This study deals with rainfall and runoff time series registered over long duration for a set of gauges and stations all over non sahelian Western and Central Africa (from Senegal to Centrafrique). The study is based on a set of methods concerning interpolation and cartographic representation as well as on statistical methods for detection of breaks in time series.

Annual rainfall data have allowed to study spatial and temporal rainfall evolution in this region. Results underline the existence of an alternation of dry and wet periods since the beginning of the 20th century. It seems that the current drought has no equivalent neither regarding duration nor intensity, all over the studied period. A set of maps and a statistical study show the very heterogeneous feature of the phenomenon regarding its spatial distribution.

This reduction of rainfall has serious consequences on flow regimes within this region. This study has allowed to characterize these modifications and to supply a regional level to their interpretation. It has also allowed to emphasize the very important decrease of the volumes flowed out by the rivers which has economical and environmental results.

KEY-WORDS :

West and Central Africa - Non-Sahelian Africa - Pluviometric regimes - Flow regimes - Pettitt's test - Climatic variability - Long time series - Breaks.

INTRODUCTION

Depuis plus de vingt ans maintenant, les pays sahéliens d'Afrique de l'Ouest et Centrale (AOC) sont soumis à une sévère sécheresse (Hubert et al, 1989, Demarrée 1990). Elle se traduit par des déficits pluviométriques dont les conséquences sont souvent graves. Certaines études ont permis de situer l'apparition du phénomène à la fin des années 1960 et au début des années 1970. Plus au Sud dans des régions d'Afrique aux climats plus humides, la sécheresse au sens d'une insuffisance pluviométrique - se fait également sentir (Nicholson et al, 1988; Mahé e Olivry, 1991).

Il est intéressant de pouvoir caractériser et situer cette période de pluviométrie déficitaire dans une perspective historique. A cette fin seule l'étude des longues séries observées peut nous permettre d'évaluer au mieux l'importance réelle de cette évolution climatique récente. Si la plupart de ces séries de référence ne remontent qu'au début du siècle, voire aux années 1920, l'antériorité de cette information permet cependant d'appr

cier l'alternance des périodes sèches et humides et donc de mieux caractériser le déficit actuel, y compris dans un contexte régional.

Cette baisse de la pluviométrie a des conséquences sur les régimes d'écoulement des cours d'eaux d'Afrique de l'ouest et centrale. Même si ces répercussions sont généralement moins sévères sur l'ensemble des régions dites "humides" d'Afrique de l'ouest et centrale, la ressource en eau restant relativement abondante. Néanmoins, la maîtrise de cette ressource y demeure un préalable indispensable à toute activité économique.

Les résultats de cette étude (programme ICCARE de l'ORSTOM), menée dans le cadre du projet FRIEND AOC du PHI de l'UNESCO, permettent de tirer des enseignements à valeur régionale quant aux modifications subies par les régimes pluviométriques et hydrologiques.

DONNEES ET METHODES

Données pluviométriques

Les postes pluviométriques sélectionnés dans le cadre de cette étude l'ont été sur la base de critères de durée de l'information disponible et de qualité des données. Le choix des postes s'est également effectué de manière à permettre une couverture optimale de la région étudiée. Une centaine d'entre eux a ainsi été retenue qui présentent des séries chronologiques de hauteurs précipitées annuelles de plus de 60 ans. Les séries les plus longues proviennent des pays anglophones et remontent parfois, mais rarement, à la fin du siècle dernier.

Données hydrologiques

Sur l'ensemble de la région étudiée, 103 bassins versants ont été sélectionnés pour la qualité et la continuité de leurs données dont les plus anciennes remontent généralement au début des années 1950. Les séries chronologiques disponibles ont été traitées sur la base de regroupements effectués non par pays mais par grands bassins

hydrographiques. Ils constituent, de fait, quatre grands ensembles : (a) un premier groupe de bassins versants centré sur le bassin du Sénégal à l'ouest de la zone étudiée, (b) un second groupe comprenant les Volta, les bassins versants des fleuves ivoiriens, togolais et béninois donc plus proches des côtes du Golfe de Guinée, (c) un groupe situé en Afrique centrale et comprenant les bassins du Chari-Logone, de l'Oubangui et de plusieurs cours d'eau camerounais, et (d) un dernier groupe que constitue le bassin du Niger.

A partir des données de débits journaliers, des variables concernant les débits moyens annuels et certaines caractéristiques des hautes eaux et des basses eaux ont pu être élaborées.

Méthodes

Un ensemble de représentations graphiques et cartographiques a été utilisé pour visualiser les différents résultats obtenus.

Des représentations graphiques d'indices pluviométriques ont permis de visualiser l'alternance des périodes sèches et humides dans un contexte régional. Cet indice s'exprime par (Lamb, 1982) :

$$(x_i - \bar{x}) / s$$

avec : x_i : hauteur annuelle précipitée l'année i au poste considéré, \bar{x} : hauteur moyenne annuelle précipitée sur la période de référence au poste considéré, s : écart-type des hauteurs annuelles précipitées sur la période de référence au poste considéré.

Des cartes d'isovaleurs de ces mêmes indices pluviométriques annuels ont été établies.

Les séries chronologiques des différentes variables traitées ont pu être analysées à l'aide de deux méthodes préalablement sélectionnées (Lubès-Niel et al, 1997) : (a) le test de corrélation sur le rang et (b) le test de Pettitt (Pettitt, 1979). L'utilisation du test de corrélation sur le rang avait pour objectif de mettre en évidence l'existence d'une tendance et donc d'un caractère non aléatoire au sein des séries chronologiques. Celles-ci ont également été analysées à l'aide du test de Pettitt qui a pour objet de

détecter une éventuelle rupture en moyenne dans les séries chronologiques.

VARIABILITE DES REGIMES PLUVIOMETRIQUES

Analyse cartographique

La période qui va de 1925 (+/- 5 ans) à 1990 a été retenue comme période de référence car commune à tous les postes étudiés et présentant une forte densité d'information. Sur l'ensemble de cette période et pour chacun des postes étudiés, l'indice pluviométrique précédemment défini a été calculé. Cet indice traduit ainsi un excédent ou un déficit pluviométrique pour l'année considérée par rapport à la période de référence choisie.

Les résultats ont été reportés en figure 1, en rangeant les postes pluviométriques par longitude croissante. On y observe une succession de périodes déficitaires et excédentaires qui ne sont pas toujours intervenues simultanément sur l'ensemble de la zone d'étude. On peut cependant en déduire les conclusions suivantes :

- la période 1936-1950 est déficitaire. Ce caractère est plus marqué entre 0° et 4° de longitude Est (soit à la hauteur du Togo et du Bénin) et il s'estompe de part et d'autre, en particulier à l'ouest,
- la période 1951-1968 est excédentaire. Ce caractère est légèrement plus marqué à l'ouest de la zone d'étude (soit à l'ouest de la Côte d'Ivoire),
- la période 1969-aujourd'hui est très nettement déficitaire. Ce caractère s'observe sur l'ensemble de la zone, mais plus encore à l'ouest.

Les résultats ont ensuite été reportés en figure 2 en rangeant les stations par latitude croissante. On y observe la même succession de périodes déficitaires et excédentaires que précédemment :

- la période 1936-1950 est déficitaire, et principalement dans les régions les plus proches du Golfe de Guinée ;
- la période 1951-1968 est nettement excédentaire ;
- la période 1969-aujourd'hui est

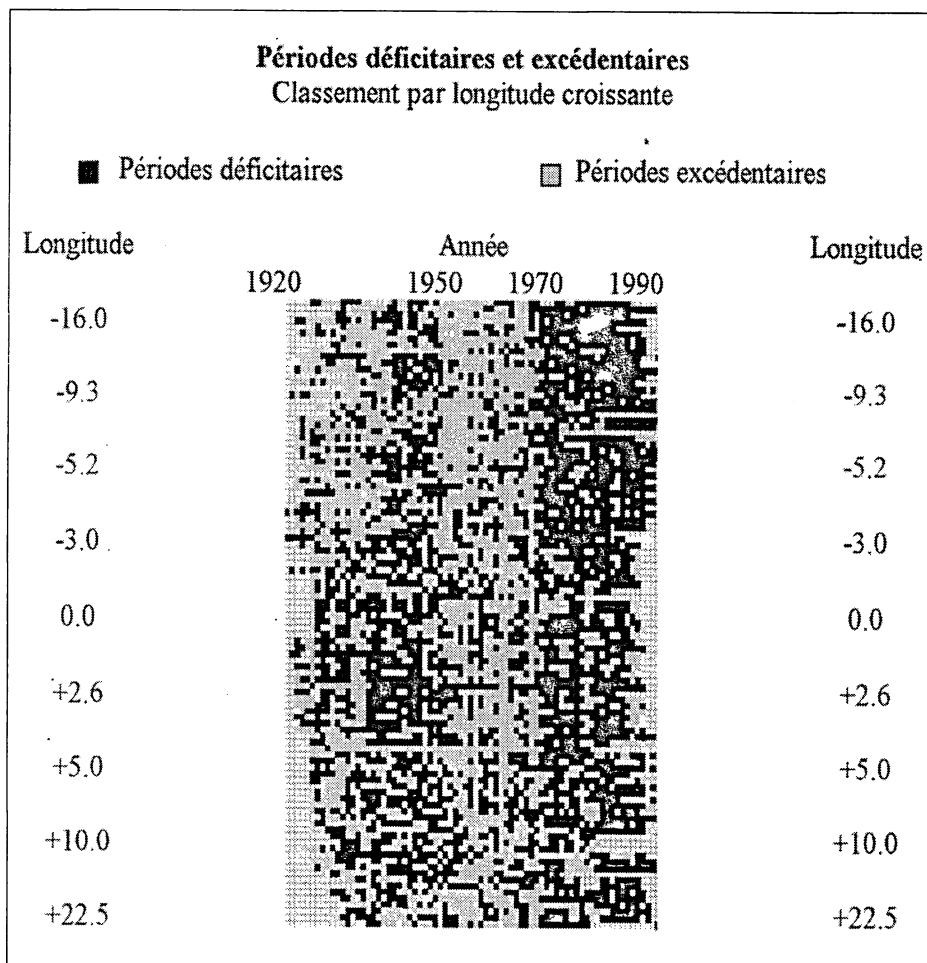


Figure 1 : Visualisation des périodes déficitaires et excédentaires en fonction de la longitude du poste de mesure.

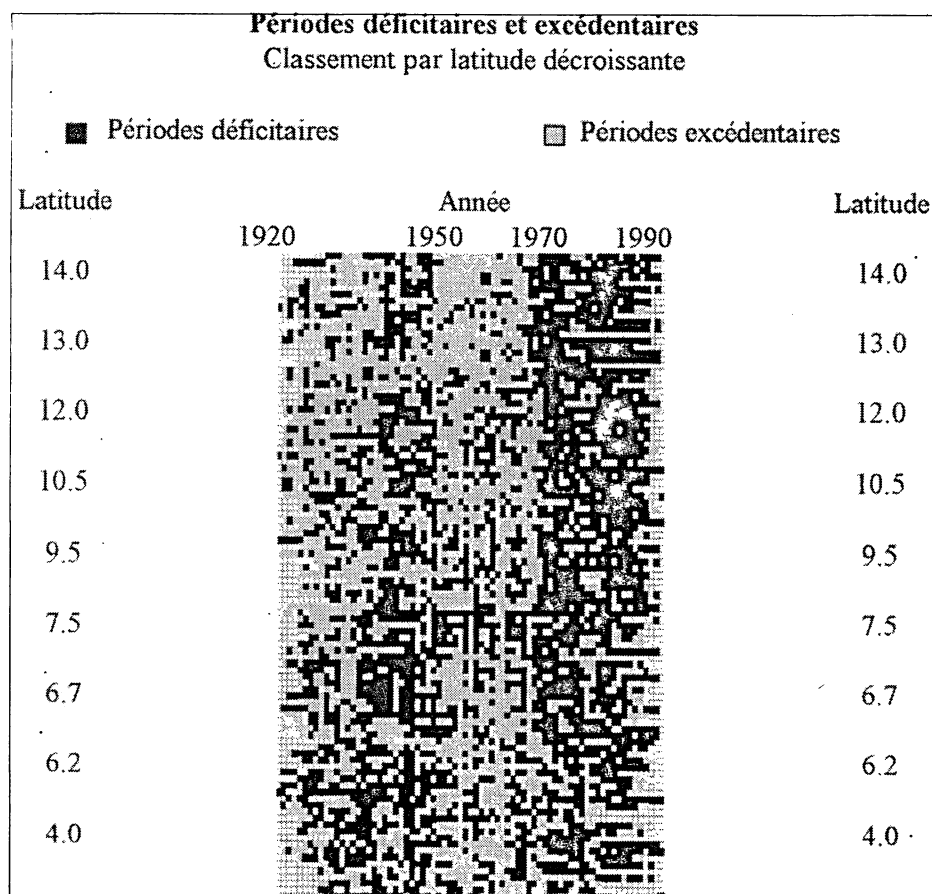


Figure 2 : Visualisation des périodes déficitaires et excédentaires en fonction de la latitude du poste de mesure

déficitaire. Ce caractère est très marqué au nord du 8ème parallèle. La figure 3 présente une cartographie régionale de la moyenne par décennie des indices pluviométriques. On observe alors :

- des zones ponctuellement déficitaires durant les décennies 1930 et 1940 (en particulier cette dernière); les valeurs des indices sont, cependant, faibles en valeur absolue,
- des zones excédentaires durant les décennies 1950 et 1960 ; ce caractère s'observe d'abord dans le nord puis se généralise à l'ensemble de la région au cours de la décennie 1960,
- des zones déficitaires durant les décennies 1970 et 1980 ; ce caractère s'accroît au cours de la décennie 1980 et apparaît très marqué au delà de 10°N et de 5°W. Les valeurs des indices y sont élevées en valeur absolue.

L'examen des données antérieures à la période de référence, disponibles pour quelques postes uniquement, révèle un épisode déficitaire entre 1910 et 1922 et un autre, excédentaire, entre 1922 et 1936. Les différentes représentations utilisées soulignent donc l'existence d'une alternance de périodes sèches et humides depuis le début du siècle, sans, pour autant, que l'on puisse parler de cycle compte tenu de la forte irrégularité de la durée des épisodes qui se succèdent.

Analyse statistique

Le test de Pettitt a été appliqué à chacune des séries chronologiques étudiées. Les résultats montrent qu'une rupture (c'est-à-dire, ici, une diminution de la pluviométrie annuelle) y est détectée majoritairement entre 1960 et 1979 avec un niveau de signification qui varie d'un poste à un autre. Le niveau de signification traduit ici l'importance réelle ou non d'un changement de la moyenne au sein de la série pluviométrique. Le tableau 1 présente la probabilité associée à la statistique du test calculé pour chacun des postes et le classement qualitatif qui en découle. Celles-ci ont été reportées sur une carte de la région étudiée (figure 4).

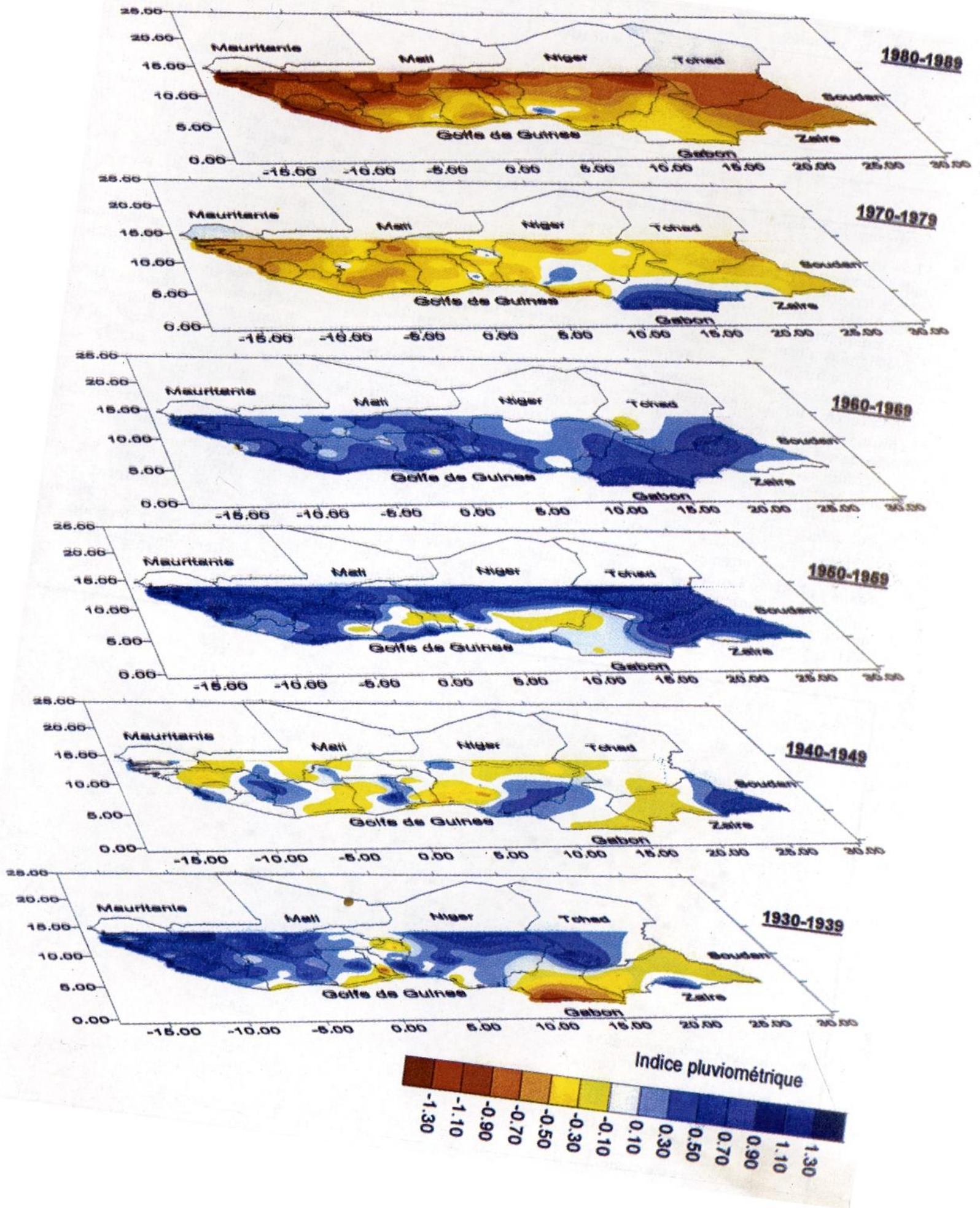


Figure 3 : Evolution des indices pluviométriques de la décennie 1930 à la décennie 1980

Probabilité associée	Classe	Dénombrement
< 1%	rupture très significative	32
entre 1 et 5%	rupture significative	10
entre 5 et 20%	rupture peu significative	11
> 20%	série homogène	32
< 5%	excédent pluviométrique	6
< 1%	rupture très significative en dehors de la période 1960-1979	5

Tableau 1 : Probabilité associée au test de Pettitt. Rupture entre 1960 et 1979

Les niveaux de signification les plus élevés se situent à l'ouest de 5° de longitude Ouest et au nord de 8 à 10° de latitude Nord. Dans 5 cas uniquement, la rupture n'a pas été signalée durant la période 1960 - 1979, mais autour des années 1940. Les 6 postes pour lesquels le test révèle une augmentation de la pluviométrie annuelle sont isolés les uns des autres et leurs résultats ne traduisent probablement en rien un comportement régional.

Par définition, le test de Pettitt ne peut détecter qu'une seule rupture. Pour la région étudiée, il semble privilégier très nettement celle survenue autour de l'année 1970, soulignant ainsi l'importance de cette dernière variabilité au regard des séries chronologiques historiques

disponibles et de l'alternance de périodes sèches et humides que l'on y observe.

Nouvelle représentation spatiale de la pluviométrie annuelle régionale

Les observations précédentes montrent qu'une nouvelle représentation spatiale de la pluviométrie annuelle régionale doit être dressée. La figure 5 permet de comparer l'évolution des tracés des isohyètes au cours des 4 dernières décennies, 1950 à 1980. Près de 200 postes pluviométriques ont permis l'obtention de ces cartes.

D'un point de vue général, on observe que c'est le long des côtes que la pluviométrie annuelle est la

plus importante. Entre la Côte d'Ivoire et le Bénin, cependant, le tracé des isohyètes est très irrégulier et les précipitations plus faibles. L'irrégularité constatée des isohyètes est communément reliée à la présence des Monts Togo prolongés, au Bénin, par la chaîne de l'Atakora, ainsi qu'à l'orientation de la côte (Eldin, 1971). Ailleurs, le gradient pluviométrique est pratiquement Nord-Sud car, plus à l'intérieur des terres, la distance à l'Océan Atlantique constitue un important facteur d'homogénéisation des régimes des précipitations. Au cours des quatre décennies plus particulièrement étudiées, 1950 à 1980, on note une diminution généralisée de la pluviométrie. Ce phénomène s'observe pendant la décennie 1970 et s'amplifie pendant les années 1980. Les secteurs à très forte pluviométrie (>2400 mm/an) disparaissent en certains endroits. A l'inverse, la zone à faible pluviométrie (800 à 1200 mm/an) s'est considérablement étendue, entraînant en de nombreux endroits un passage d'un régime climatique guinéen à soudanais.

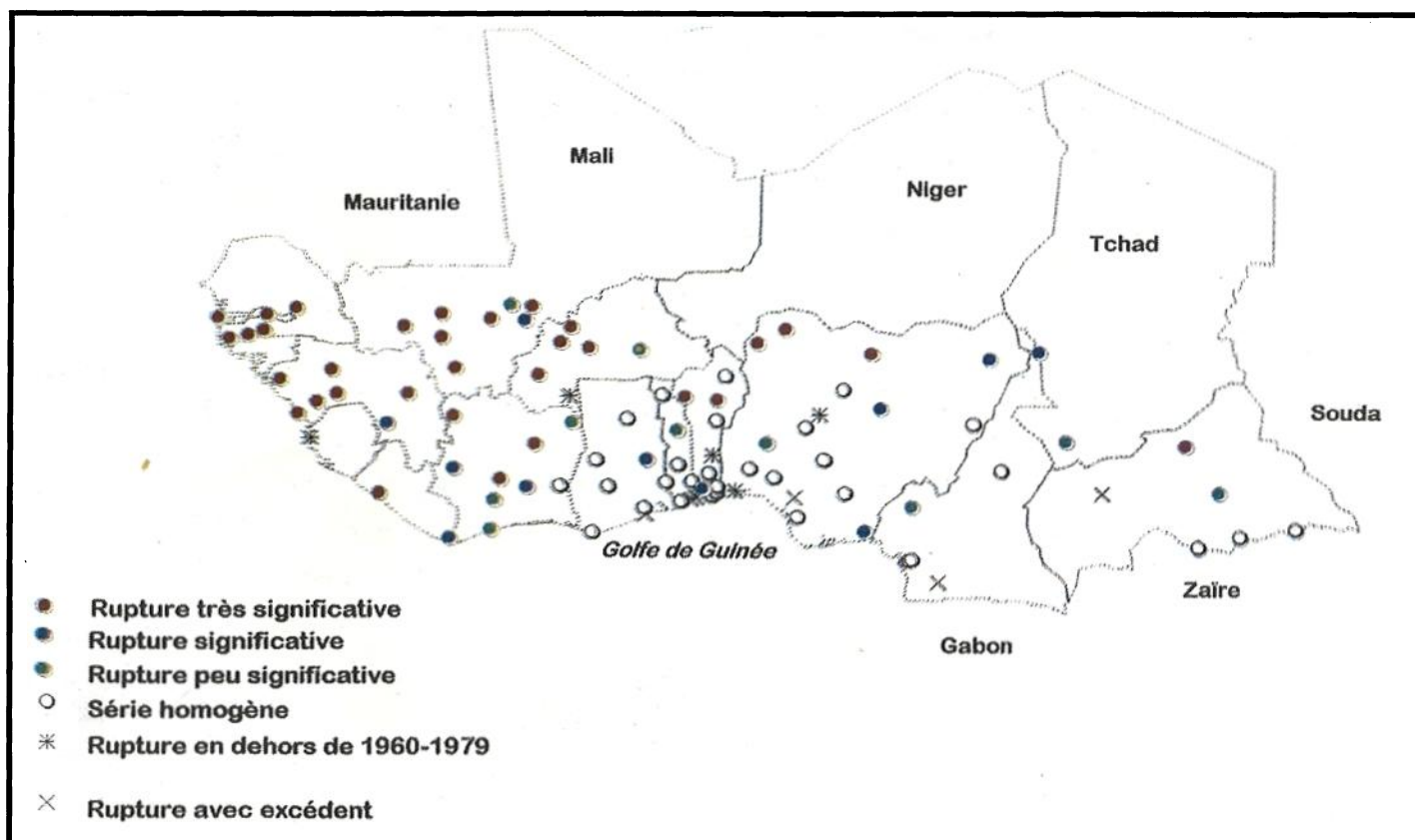
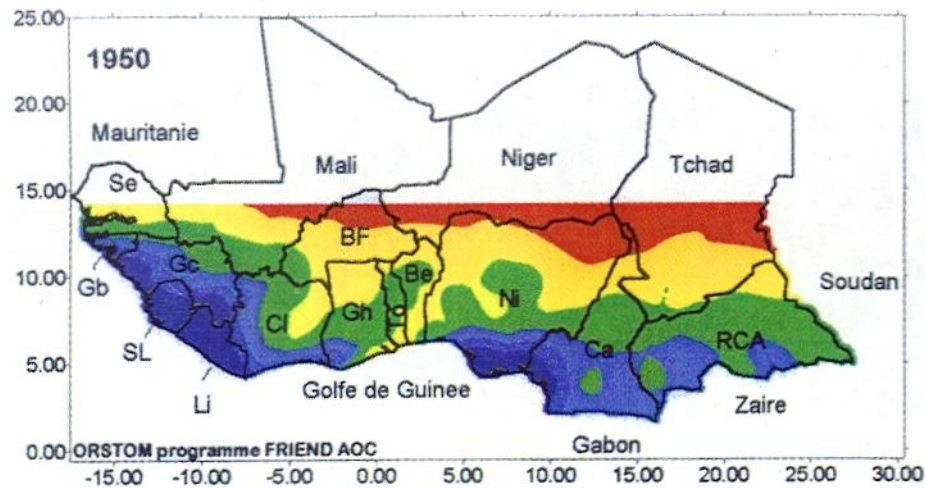


Figure 4 : Niveaux de signification des résultats du test de Pettitt



Be : Bénin
 Ca : Cameroun
 Gb : Guinée Bissau
 Gh : Ghana
 Ni : Nigeria
 Se : Sénégal
 To : Togo
 BF : Burkina Faso
 Cl : Côte d'Ivoire
 Gc : Guinée Conakry
 Li : Liberia
 RCA : Centrafrique
 SL : Sierra Leone

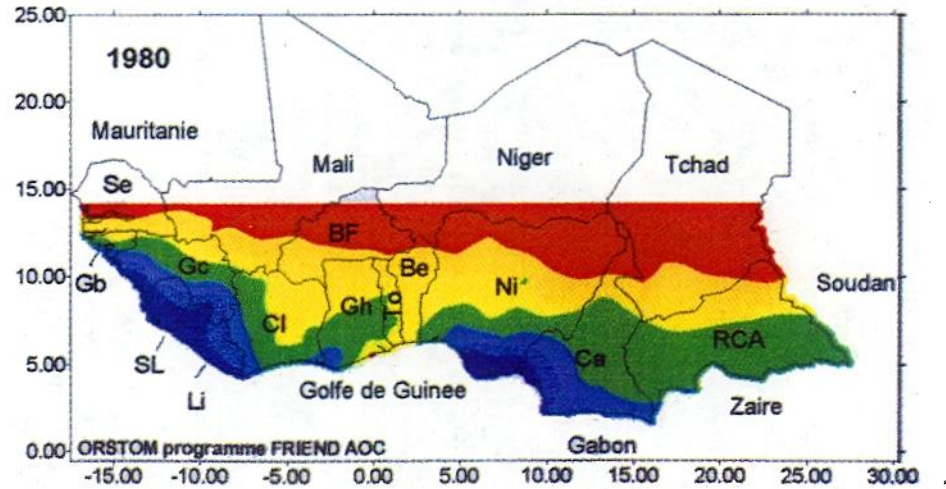
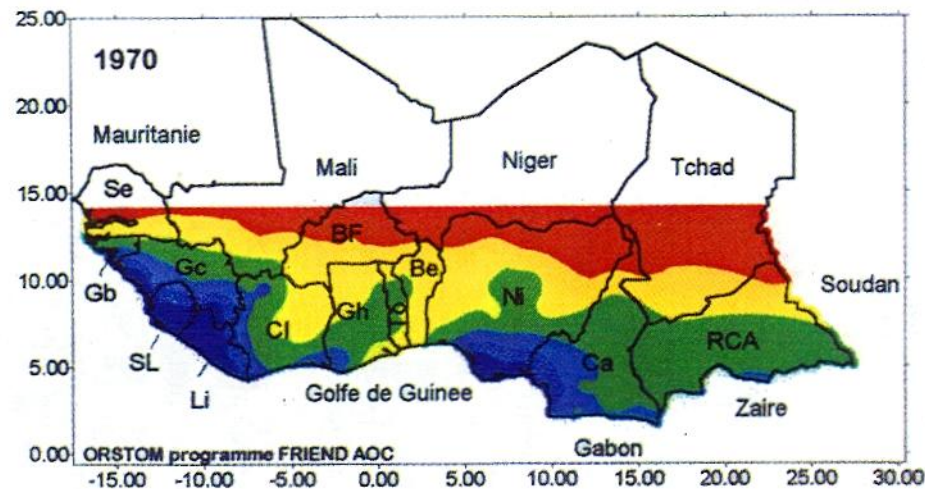
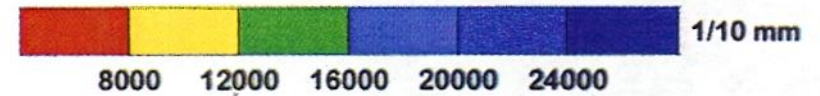
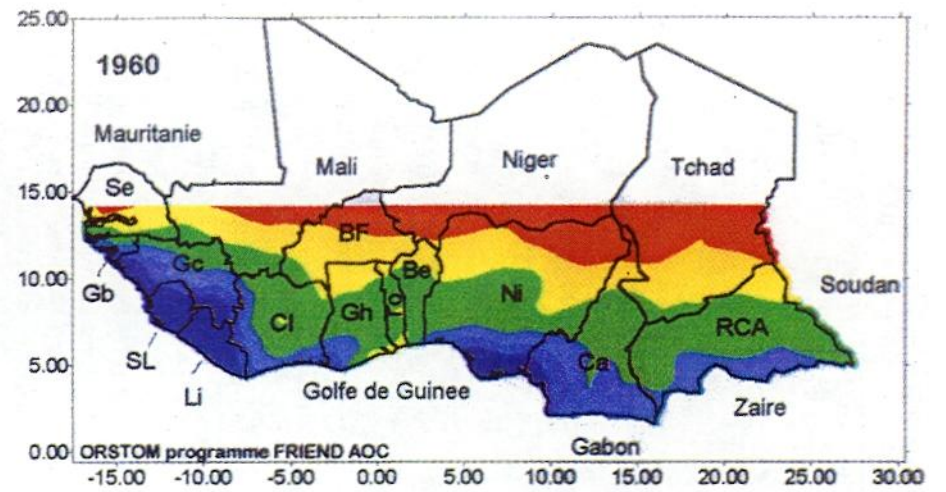


Figure 5 : Pluviométrie moyenne annuelle durant les décennies 1950 à 1980

Nom Poste	Bassin principal	Bassin	Rivière	A/NA	Rupture	Déficit
Mbasso	Comoe	Comoe	Comoe	NA	1971	-50%
Aniassue Pont	Comoe	Comoe	Comoe	NA	1971	-56%
Ndjamena	Lac Tchad	Chari	Chari	NA	1971	-51%
Lai	Lac Tchad	Logone	Logone	NA	1970	-39%
Malanville	Niger	Niger	Niger	NA	1970	-43%
Niamey	Niger	Niger	Niger	NA	1970	-34%
Douna	Niger	Niger	Bani	NA	1971	-70%
Kankan	Niger	Niger	Milo	NA	1979	-36%
Eseka	Nyong	Nyong	Nyong	A	1971	-18%
M'Balmayo	Nyong	Nyong	Nyong	A	Rien	Rien
Sagon	Oueme	Oueme	Oueme	NA	1967	-42%
Logozohe-Pont	Oueme	Oueme	Klou	A	Rien	Rien
Semien	Sassandra	Sassandra	Sassandra	NA	1970	-36%
Bakel	Sénégal	Sénégal	Sénégal	NA	1967	-50%
Oualia	Sénégal	Sénégal	Bakoye	NA	1971	-66%
Dapola	Volta	Volta	Volta Noire	NA	1971	-41%
Boromo	Volta	Volta	Volta Noire	NA	1971	-46%
Bangui	Zaire	Oubangui	Oubangui	NA	1970	-30%
Salo	Zaire	Sangha	Sangha	NA	1975	-22%
Doume	Zaire	Sangha	Doume	NA	Rien	Rien

Tableau 2 : Valeurs de déficits des débits moyens annuels calculés à certaines stations hydrométriques de part et d'autre de la date de rupture.

En outre, si, jusqu'à la fin des années 1960, l'isohyète 1600 mm apparaissait comme caractéristique d'une pluviométrie moyenne en zone forestière, elle ne l'est plus dès les années 1970. Ce déficit pluviométrique affecte, donc, aussi bien les régions sub-sahéliennes que les régions forestières et côtières à pluviométrie plus élevée.

VARIABILITE DES REGIMES HYDROLOGIQUES

Débits moyens annuels

La tableau 2 (colonne 5) présente les résultats obtenus pour certains bassins et montre, à l'évidence, le caractère non aléatoire de l'immense majorité des séries de modules annuels (75%, ramené à l'ensemble des bassins), traduisant en cela l'existence d'une tendance. Seuls certains bassins d'Afrique centrale, principalement au Cameroun, et de l'ensemble Togo - Bénin présentent un caractère aléatoire.

L'utilisation du test de Pettitt montre que 76 bassins sur les 103 étudiés, soit près de 74%, présentent une rupture dans les séries chronologiques de modules annuels. Ce résultat, qui correspond à une diminution des débits moyens annuels, souligne l'import-

tance du phénomène dans toute la sous-région. Il est intéressant de noter la très faible dispersion des dates d'occurrence de cette rupture (tableau 2, colonne 6). Sur les 76 bassins concernés, 10.5% présentent une rupture entre 1965 et 1968, 75% entre 1969 et 1971, 5% entre 1972 et 1975 et 8% après 1975. D'un point de vue spatial, on constate que l'essentiel des ruptures enregistrées avant 1969 le sont sur le bassin versant du Sénégal, soit dans les régions les plus occidentales et les plus septentrionales de la zone étudiée. Ceci est parfaitement conforme aux résultats d'une étude pluviométrique menée précédemment (Servat et al, 1996) et qui avait révélé que les régions touchées le plus tôt par cette réduction des précipitations annuelles se situait au nord-ouest de la zone étudiée. Les autres groupes de bassins versants ont généralement subi cette modification entre 1969 et 1971.

Les régions à faible variabilité, et donc à déficit pluviométrique réduit, ne présentent généralement pas de rupture. C'est, en particulier, le cas des bassins du Mono et de l'Oueme au Togo et au Bénin. On se trouve cependant, là, dans la zone de limite de validité des tests utilisés (Lubès-Niel et al, 1997), ce

qui ne permet pas d'en tirer pour autant des conclusions définitives quant à la relation pluie-débit.

On constate donc que les ruptures dans les séries de débits moyens annuels sont moins dispersées dans le temps qu'elles ne le sont pour les précipitations annuelles. Les différences qui apparaissent au niveau des cours d'eau, intégrateurs de nombreux paramètres influencés par la variabilité climatique (développement de la végétation, ruissellement, infiltration, recharge des nappes, évaporation, etc.) sont donc plus sensibles et détectables plus rapidement.

La figure 6 présente les déficits calculés pour les débits moyens annuels depuis la date de rupture estimée par le test de Pettitt. Ces déficits sont souvent extrêmement importants puisque sur les 75 bassins concernés, 62 (soit 84%) présentent un déficit supérieur ou égal à 30%, et 28 (soit 37%) un déficit supérieur ou égal à 50%. Ces chiffres soulignent combien les effets de la variabilité climatique mesurée sur la pluviométrie sont amplifiés au niveau des cours d'eau dont on a rappelé ci-dessus le rôle intégrateur. Du point de vue spatial, on notera que les déficits les plus importants sont enregistrés sur le bassin du Sénégal, sur les bassins des fleuves ivoiriens et sur le bassin du Chari-Logone en Afrique centrale.

Le tableau 2 (colonne 7) présente également quelques résultats parmi les plus significatifs en matière de déficits des débits moyens annuels. Il fait, encore une fois, ressortir l'importance des déficits d'écoulements enregistrés dans ces cours d'eau des régions de l'Afrique tropicale. Ces résultats renforcent les conclusions tirées des études sur la pluviométrie et confirment la réduction significative des précipitations et plus encore des écoulements annuels subie par l'Afrique de l'ouest et centrale.

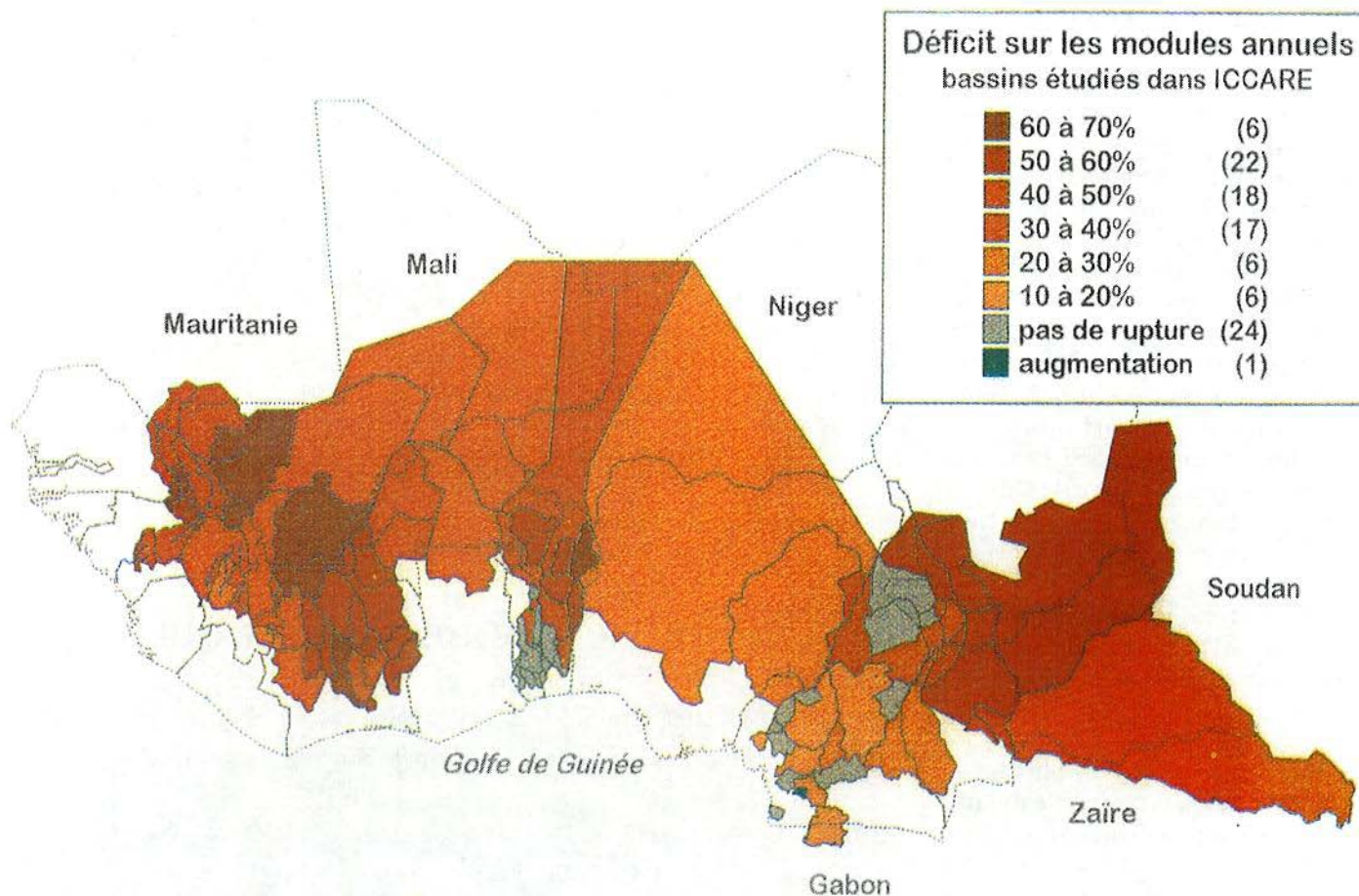


Figure 6 : Représentation cartographique des valeurs de déficits calculées de part et d'autre des dates de rupture dans les séries chronologiques de débits moyens annuels.

Autres variables caractéristiques des débits

Des variables caractérisant (a) les débits moyens maximum de n jours consécutifs (VCXn, avec n = 1, 5, 10, 20, 30, 60, 90) et (b) les débits

moyens minimum de n jours consécutifs (VCNn, avec n = 1, 5, 10, 20, 30, 60 voire 90) ont également été étudiées.

D'une manière générale on notera que les différentes séries de VCXn

présentent, comme les débits moyens annuels, un caractère non aléatoire et que leurs dates de rupture sont également les plus fréquentes durant la période 1969 - 1971 (tableau 3).

L'importante corrélation existant d'ordinaire entre débits moyens annuels et débits maximums permet d'expliquer cette forte similarité.

L'exploitation des résultats obtenus pour les VCNn est plus complexe dans la mesure où, désormais, nombre de cours d'eau se trouvent chaque année à sec sur des périodes relativement longues. On notera, cependant, que les débits de basses eaux semblent également avoir subi d'importantes modifications à la baisse durant la période 1969 - 1971.

NomPoste	Bassin principal	Bassin	Rivière	VCX1	VCX30	VCX90
Mbasso	Comoe	Comoe	Comoe	1971	1971	1971
Aniassue Pont	Comoe	Comoe	Comoe	1971	1971	1971
Ndjamena	Lac Tchad	Chari	Chari	1971	1971	1971
Lai	Lac Tchad	Logone	Logone	1971	1971	1970
Makurdi	Niger	Niger	Benoue	1971	1971	1971
Douna	Niger	Niger	Bani	1971	1971	1971
Kankan	Niger	Niger	Milo	1979	1979	1979
Eseka	Nyong	Nyong	Nyong	Rien	Rien	Rien
M'Balmayo	Nyong	Nyong	Nyong	Rien	Rien	Rien
Sagon	Oueme	Oueme	Oueme	1965	1967	Rien
Logozohe-Pont	Oueme	Oueme	Klou	Rien	Rien	Rien
Semien	Sassandra	Sassandra	Sassandra	1971	1971	1969
Bakel	Sénégal	Sénégal	Sénégal	1968	1972	1972
Oualia	Sénégal	Sénégal	Bakoye	1971	1971	1971
Dapola	Volta	Volta	Volta Noire	Rien	1971	1971
Bangui	Zaïre	Oubangui	Oubangui	1975	1970	1970
Salo	Zaïre	Sangha	Sangha	1971	1975	1971
Doume	Zaïre	Sangha	Doume	Rien	Rien	Rien

Tableau 3 : Présence et dates des ruptures détectées dans certaines des séries chronologiques de VCX

CONCLUSION

Au cours de ce siècle, l'Afrique de l'ouest et centrale a donc connu une succession de périodes déficitaires et excédentaires du point de vue pluviométrique sans que l'on puisse, toutefois, parler de cycle. La fluctuation la plus brutale et la plus significative (au sens statistique du terme) a été observée autour des années 1970, à partir desquelles on note généralement une diminution importante de la pluviométrie annuelle. Si dans les parties les plus orientales de la région étudiée, cette fluctuation semble s'inscrire dans la "norme" des fluctuations des séries chronologiques, l'étude des séries longues montre qu'à l'ouest et au nord elle revêt un caractère d'exception tant par son intensité que par sa durée. Les régions dites "humides" d'AOC ont ainsi vu leur régime pluviométrique profondément modifié depuis plus de 25 ans maintenant. Sur l'ensemble de la zone étudiée, la pluviométrie a subi d'importantes modifications qui se traduisent par des diminutions de précipitations annuelles pouvant atteindre 20 à 25% par rapport à la période de référence 1950-1989. On constate également, dans bon nombre de zones de savane, une tendance à passer d'un régime climatique "guinéen" à un régime "soudanien" plus sec.

Il est probable que les activités humaines ont très certainement contribué à accroître ce phénomène de sécheresse. On peut ainsi citer l'exemple de la déforestation qui a pris une ampleur considérable dans de nombreuses régions du Golfe de Guinée durant ces dernières décennies, s'accompagnant généralement d'une profonde modification de la nature de l'occupation des sols du fait d'importantes mises en cultures.

Ce déficit pluviométrique observé en Afrique de l'ouest et centrale depuis plus de vingt cinq ans a de sérieuses conséquences sur l'hydraulicité des cours d'eau de cette région. Ils présentent, en effet, des déficits d'écoulement communément supérieurs à 30% et souvent situés au delà de 50%. Hautes eaux et basses eaux ont également subi

d'importantes modifications à la baisse.

Les conséquences de cette diminution des volumes écoulés sont d'ores et déjà évidentes au regard de l'exploitation des ressources en eau et de l'environnement. L'agriculture, l'alimentation des retenues et la production hydroélectrique, entre autres, sont fortement pénalisées par cette baisse de la pluviométrie. Gestion des aménagements existants et conception des projets doivent donc désormais tenir compte de cette hydraulicité déficitaire dans toute cette région.

La pénurie pure et simple n'est pas à craindre dans ces régions où les

quantités précipitées restent importantes dans l'absolu. Mais les effets de cette variabilité climatique peuvent, malgré tout, se révéler désastreux, en ce sens qu'ils modifient les données d'un équilibre déjà souvent mis à mal par ailleurs (mise en culture et exploitation forestière). □

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient J.F. Boyer et M. Ouedraogo pour leur contribution importante à cette étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DEMAREE, G., 1990. An indication of climatic change as seen from the rainfall data of a Mauritanian station, *Theor Appl Climatol*, 42, p. 139-147.
- ELDIN, M., 1971. Le climat, in : *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire* (Avenard et al). *Mém. ORSTOM*, Paris, 50, 391 p.
- HUBERT, P., CARBONNEL, J.P., CHAUCHE, A., 1989. Segmentation des séries hydrométriques, Application à des séries de précipitations et de débits de l'Afrique de l'Ouest, *J. Hydrol.*, 110, p. 349-367.
- LAMB, P. J., 1982. Persistence of Subsaharan drought. *Nature*, 299, September : 46-47
- LUBES-NIEL, H., MASSON, J.M., PATUREL, J.E., SERVAT, E., 1997. Variabilité climatique et statistiques. Etude par simulation de la puissance et de la robustesse de quelques tests utilisés pour vérifier l'homogénéité de chroniques. Soumis pour publication à *Revue des Sciences de l'Eau*.
- MAHE, G. et OLIVRY, J.C., 1991. Changements climatiques et variations des écoulements en Afrique occidentale et centrale du mensuel à l'interannuel, in : *Hydrology for the Water Management of Large River Basins* (Proc Vienne Symposium August 1991), IAHS Publ., 201, p. 163-172.
- NICHOLSON, S.E., KIM, J. et HOOPINGARNER, J., 1988. Atlas of African rainfall and its interannual variability, Department of Meteorology, Florida State University, Tallahassee, Florida, USA.
- PETTIT, A. N., 1979. A non-parametric approach to the change-point problem, *Applied Statistics*, 28, n°2, p. 126-135.
- SERVAT, E., PATUREL, J.E. & LUBÈS H., 1996. La sécheresse gagne l'Afrique tropicale. *La Recherche*, n°290, Septembre 1996