

Variabilité des régimes pluviométriques en Afrique de l'Ouest et centrale non sahélienne

Éric Servat, Jean-Emmanuel Paturel, Hélène Lubès-Niel, Brou Kouamé et Jean-Marie Masson

C.R. Acad. Sci. Paris,
t. 324, série II a,
p. 835 à 838,
1997

E. S., J.-E. P. et B. K. : ORSTOM,
Programme FRIEND AOC, 06 BP 1203,
Cidex 1, Abidjan 06, Côte d'Ivoire ;

H. L. : ORSTOM, Programme FRIEND
AOC, BP 5045, 34032 Montpellier
cedex 1, France ;

J.-M. M. : Laboratoire Géofluides-
Bassins-Eau, URA-CNRS 1765,
Université Montpellier II, place
Eugène-Bataillon, 34095 Montpellier
cedex, France.

Résumé L'étude présentée ici s'appuie sur les précipitations annuelles et mensuelles enregistrées dans les régions non sahéliennes d'Afrique de l'Ouest et centrale, principalement durant les décennies 1950 à 1980. Elle repose sur un ensemble de méthodes d'interpolation et de représentation cartographique des résultats, ainsi que sur des méthodes statistiques de détection de ruptures au sein des séries chronologiques. Elles mettent en évidence une variabilité des régimes pluviométriques dans ces régions d'Afrique, dites humides, à la fin des années 1960 et au début des années 1970.

Mots clés : Afrique de l'Ouest et centrale, Afrique non sahélienne, Pluviométrie, Variabilité climatique, Séries chronologiques, Ruptures.

Abstract Variability of rainfall regimes in non-Sahelian West and Central Africa

This study deals with annual and monthly precipitation levels as observed in non-Sahelian regions of Western and Central Africa, mainly during the decades 1950 to 1980. 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. These methods reveal a variability of rainfall regimes in the so-called humid regions of Africa that occurred in the late 1970s and at the beginning of the 1960s.

Keywords: West and Central Africa, Non-Sahelian Africa, Rainfall, Climatic variability, Time series, Breaks.

INTRODUCTION

Depuis plus de 20 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. Cependant, 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 et Olivry, 1991). Ses répercussions sont généralement moins sévères, la ressource en eau

restant relativement abondante. Néanmoins, la maîtrise de cette ressource y demeure un préalable indispensable à toute activité économique.

Cette étude, menée dans le cadre du projet FRIEND AOC du PHI de l'UNESCO, a pour objet l'identification et les conséquences de cette variabilité climatique supposée dans l'ensemble de la zone non sahélienne d'AOC.

L'étude réalisée a principalement concerné la période 1950-1989, à l'aide d'une information collectée sur près de 200 postes de mesure.

Fonds Documentaire ORSTOM

DONNÉES ET MÉTHODES Cote : B* 11 786 Ex : 1

Note

présentée par
Georges Pedro.

remise le 1er août 1996,
acceptée après révision
le 4 novembre 1996.



Des cartes d'isovaleurs de précipitations annuelles, d'une part, et d'indices pluviométriques annuels, d'autre part, ont été établies. Cet indice s'exprime par (Nicholson *et al.*, 1988) :

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

avec : x_i : hauteur annuelle précipitée l'année i au poste considéré, \bar{x} : hauteur moyenne annuelle précipitée sur la période 1950/1989 au poste considéré, s : écart-type des hauteurs annuelles précipitées sur la période 1950/1989 au poste considéré.

Plusieurs méthodes statistiques de détection de ruptures (définies comme un changement des paramètres de la loi de probabilité de la série étudiée) ont été retenues : test de Pettit (1979), statistique de Buishand (1984), procédure bayésienne de Lee et Heghinian (1977) et procédure de segmentation de Hubert (Hubert *et al.*, 1989).

VARIABILITÉ DES RÉGIMES PLUVIOMÉTRIQUES

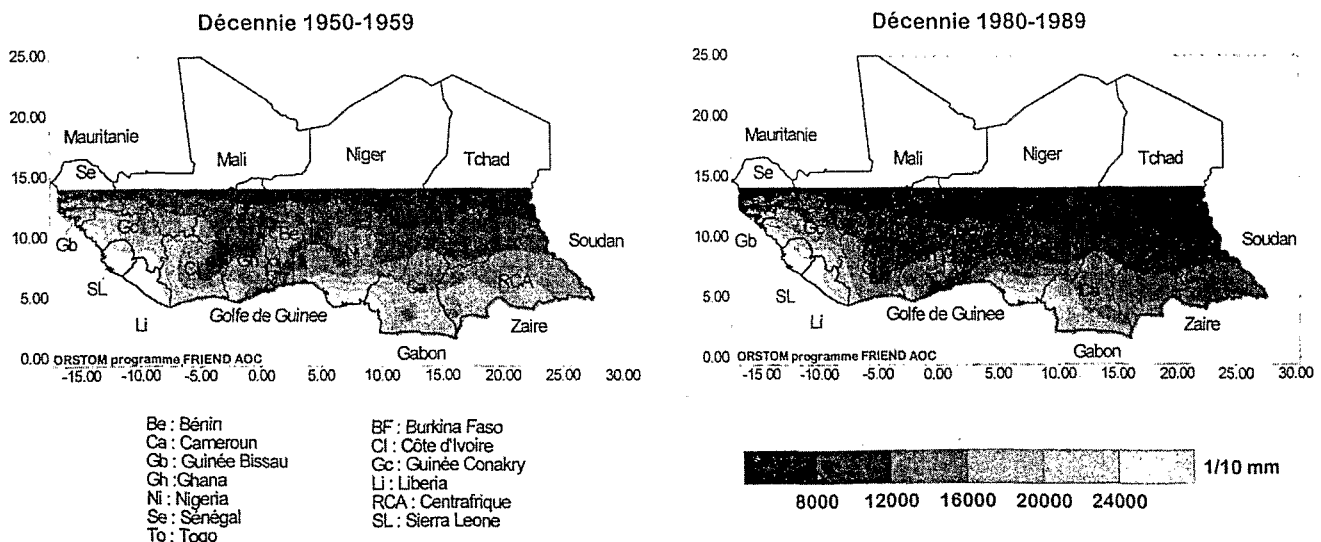
La figure 1 permet de comparer les tracés des isohyètes des décennies 1950 et 1980. D'un point de vue général, on observe que c'est le long des côtes que la pluviométrie

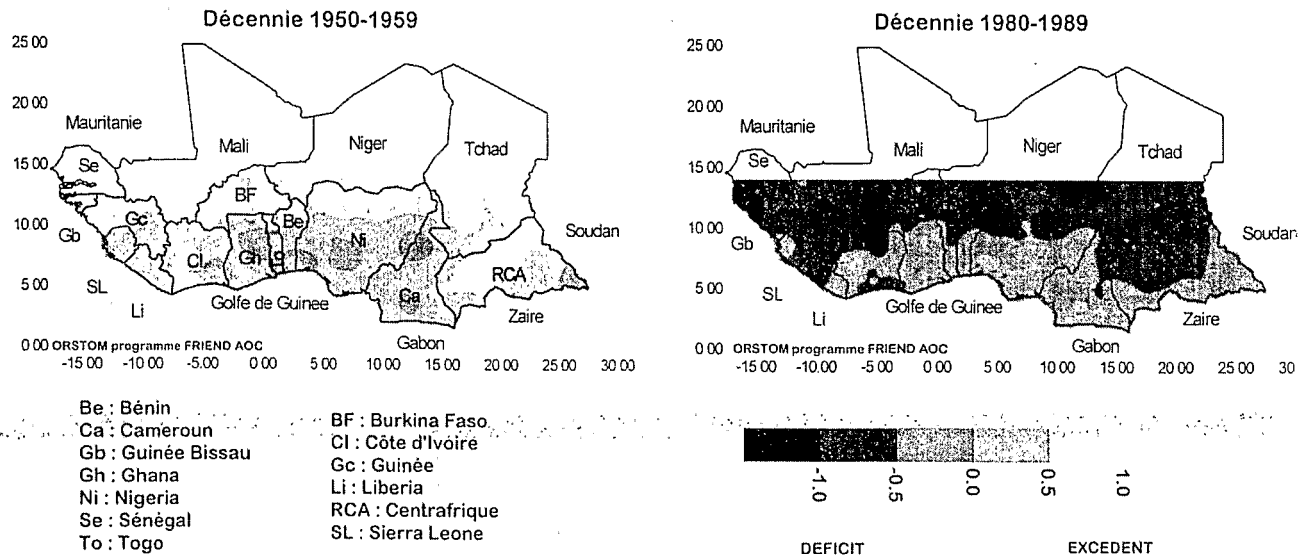
annuelle est la plus importante. Entre la Côte d'Ivoire et le Bénin, cependant, le tracé des isohyètes est très irrégulier et les précipitations plus faibles. L'irrégularité constatée des isohyètes est communément reliée à la présence des Monts Togo prolongés, au Bénin, par la chaîne de l'Atakora, ainsi 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 (> 2 400 mm/an) disparaissent en certains endroits. A l'inverse, la zone à faible pluviométrie (800 à 1 200 mm/an) s'est considérablement étendue, entraînant en de nombreux endroits un passage d'un régime climatique guinéen à soudanais. En outre, si, jusqu'à la fin des années 1960, l'isohyète 1 600 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

Fig. 1 Pluviométrie moyenne annuelle durant les décennies 1950 et 1980.

Average annual rainfall during the 1950s and 1980s.





bien les régions sub-sahéliennes que les régions forestières et côtières à pluviométrie plus élevée.

La figure 2 présente une cartographie d'intensité de déficit ou d'excédent pluviométrique annuel par rapport à la période de référence (1950-1989). Généralement, les décennies 1950 et 1960 sont excédentaires, à l'inverse des deux décennies suivantes. Au cours des années 1980, les zones côtières de Côte d'Ivoire, du Libéria et de Guinée, ainsi que les régions Nord, proches du Sahel, ont été particulièrement touchées. A l'inverse, les régions situées à l'Est du Golfe de Guinée présentent des déficits plus faibles. L'hétérogénéité du phénomène apparaît donc comme l'une de ses principales caractéristiques.

L'emploi des méthodes de détection de ruptures confirme la cartographie issue de l'analyse des séries pluviométriques. En règle générale, les différentes procédures soulignent l'existence d'une rupture survenue à la fin des années 1960 ou au début des années 1970, en phase avec ce qui a été observé au Sahel. Les postes pluviométriques pour lesquels une rupture a pu être détectée sont plus nombreux à l'ouest qu'à l'est (Servat et al., 1996). Les déficits pluviométriques avoisinent 20 % à 25 % (tableau).

CONCLUSION

Les régions situées au Sud du Sahel ont également subi une fluctuation climatique à la fin des années 1960. 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 pré-

Fig. 2 Indices pluviométriques des décennies 1950 et 1980.

Rainfall data during the 1950s and 1980s.

Tableau

Pays	Déficit (en %)	Période de rupt
Bénin	19	1968-1970
Burkina Faso	22	1968-1971
Cameroun	16	1969-1971
Centrafrique	17	1968-1969
Côte d'Ivoire	21	1966-1971
Ghana	19	1968-1969
Guinée	20	1969-1970
Guinée Bissau	22	1967-1969
Libéria	25	(*)
Mali	23	1967-1970
Nigeria	19	1967-1970
Sénégal-Gambie	25	1967-1969
Sierra Leone	13	(*)
Tchad	20	1970-1971
Togo	16	1968-1970

(*) Nombre de stations insuffisant pour définir la période de rupture la plus probable.

cipitations annuelles pouvant atteindre 20 à 25 %. 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.

Du point de vue de la ressource et de son utilisation, il est évident que de telles modifications ne sont pas sans conséquences. L'agriculture, l'alimentation des retenues et la production hydroélectrique, entre autres, sont fortement pénalisées par cette baisse de la pluviométrie. Les conséquences de ce phéno-

mène sont donc très inquiétantes en ce qui concerne le bon fonctionnement et la rentabilité des projets déjà réalisés ou envisagés.

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, B. Marieu, M. Ouedraogo et M. Travaglio pour leur contribution à cette étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BUISHAND, T.A., 1984. Tests for detecting a shift in the mean of hydrological time series, *J. Hydrol.*, 73, p. 51-69.
- DEMARRÉE, 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., et CHAOUICHE, 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.
- LEE, A. F. S. et HEGHINIAN, S. M., 1977. A shift of the mean level in a sequence of independent normal random variables - A bayesian approach, *Technometrics*, 19, n° 4, p. 503-506.
- MAHÉ, 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, *Appl. Stat.*, 28, n° 2, p. 126-135.
- SERVAT, E., PATUREL, J.E., KOUAMÉ, B., BOYER J.F., LUBÈS, H., MARIEU, B. et TRAVAGLIO, M., 1996. Analyse régionale. Pluviométrie annuelle. Programme ICCARE - FRIEND AOC, *Rapport ORSTOM*, 69, Abidjan, 105 p.