

Carte des types de climats « en Afrique Noire à l'ouest du Congo ». Rappels, et extension aux régimes hydrologiques

YANN L'HÔTE

Orstom, Laboratoire d'Hydrologie, BP 5045, F-32032 Montpellier Cedex 1, France

PIERRE DUBREUIL

CIRAD, 42, rue Scheffer, F-75116 Paris, France

JACQUES LERIQUE¹

Résumé La carte présentée fut à l'origine un instrument de travail permettant de situer le climat des bassins représentatifs et expérimentaux (BRE) nouvellement créés, selon une classification simplifiée définie par Dubreuil *et al.* (1972). A l'usage on a constaté que la classification, qui est rappelée, et la carte correspondante, permettent de décrire non seulement les climats des bassins de recherche et d'expérimentation (BRE, superficies de l'hectare à 500-1000 km²), mais aussi ceux de l'ensemble du sous-continent de l'Afrique de l'ouest et centrale. Par ailleurs Rodier (1964) avait montré que les termes de cette classification climatique pouvaient être utilisés pour une description des régimes hydrologiques sur le même espace ouest et centrafricain. On peut avancer que le fait de pouvoir utiliser une même classification tant en climatologie qu'en hydrologie sur des superficies très variables, est à mettre en relation d'une part avec la simplicité de la classification, et d'autre part avec les variations répétitives relativement faibles d'une année à l'autre des caractéristiques pluviométriques et hydrologiques dans cette partie du continent africain. Pour servir de carte de référence des types de climats retenus par les hydrologues en Afrique de l'ouest et centrale, nous en publions ici une version quasi définitive qui est une synthèse de plusieurs travaux non encore rassemblés.

Map of climate types in « Africa west of the River Congo ». Recalling and extending the use of hydrological regimes

Abstract Originally a map was drawn to provide guidance to the climate of new research basins, according to a simple classification defined by Dubreuil *et al.* (1972). After several years of use, hydrologists observed that the classifications used, and the corresponding map, are well adapted to describe not only the climate of research basins (surfaces ranging from 0,01 to 500-1000 km²) but also that of the whole of west and central Africa. At the same time, Rodier (1964) showed that the wording of the classification is able to be used to describe hydrological regimes in this region of Africa. We can say that the use of a single classification for climatological and hydrological purposes in various areas is due to the simplicity of the classification, and also to the recurrent inter-annual low

¹ Décédé.

fluctuations of rainfall and rivers discharges in this part of Africa. In order to provide a reference map of the climate types accepted by the hydrologists of west and central Africa, we publish here an almost final version based on a combination of several publications.

CONTEXTE ET HISTORIQUE DU TRACE DE LA CARTE

Tout d'abord, on aura remarqué que dans le titre du présent article, l'expression désuète « d'Afrique Noire à l'ouest du Congo » est un rappel du titre de la thèse de Jean Rodier (1964), pour désigner ce que l'on nomme aujourd'hui l'Afrique de l'ouest et centrale. Une première version de la carte, objet de la présente publication, a déjà été présentée en 1993 par Nouvelot dans le *Guide des pratiques hydrologiques sur les petits bassins ruraux en Afrique tropicale et équatoriale* pour situer les groupes de bassins existants; cependant, elle n'y figure qu'à titre indicatif et sans réelle précision quant aux limites entre les différents types de climats, principalement en ce qui concerne les états non francophones.

Pour servir de carte de référence, notre intention est ici de publier une version quasi définitive de celle-ci, cette étape étant le résultat de plusieurs travaux non encore rassemblés.

La carte a été tracée et tenue à jour par Vuillaume & L'Hôte entre 1971 et 1984; elle servait d'instrument de travail pour situer le type de climat des bassins représentatifs et expérimentaux (BRE) nouvellement créés. La classification des climats prise en compte était naturellement celle définie dans le *Recueil des données de base des bassins représentatifs et expérimentaux* de Dubreuil et al. (1972). Cette cartographie a été complétée en 1990 par Lérique pour ce qui concerne les états du Gabon et du Congo. Enfin pour la présente publication, L'Hôte a précisé plusieurs limites climatiques, en tenant compte de différents travaux récents sur la pluviométrie de l'Afrique de l'ouest et centrale, principalement sur les états du Cameroun, de Centre-afrique, du Gabon, du Ghana, de Guinée et du Nigéria.

TYPES DE CLIMATS DEFINIS EN 1964 ET 1972, RAPPELS ET COMPLEMENTS

Dans sa thèse sur les « Régimes hydrologiques de l'Afrique Noire à l'ouest du Congo » (1964), Jean Rodier avait longuement traité des régimes climatiques. « En considérant essentiellement les précipitations », il décrivait les caractéristiques de climats qu'il nommait déjà; subdésertique, tropical de transition, tropical pur, équatorial de transition et équatorial pur.

En 1972, dans leur *Recueil des données de base des bassins représentatifs et expérimentaux*, Dubreuil et al. présentent pour plus de 100 groupes de bassins, non exclusivement africains, une série de neuf fiches standardisées, parmi lesquelles celle traitant du « climat régional ». Sur cette dernière, les valeurs numériques des principaux éléments du climat (température, humidité, insolation, évaporation), et des précipitations en particulier (moyennes annuelle et mensuelles, hauteurs journalières ponctuelles annuelle et décennale) sont celles d'une station bien observée choisie dans le réseau du Service Météorologique National, pour « représenter les conditions moyennes du climat

régional ». A chaque groupe de bassins est affecté un « type de climat » ainsi défini par les auteurs:

« Il s'agit, à l'aide d'une classification volontairement simplifiée, de situer pour les lecteurs étrangers, le climat régional dans le contexte géographique mondial. On s'est inspiré de la classification des climats de l'Afrique Occidentale, [établie] par la Météorologie Nationale (1957), en lui donnant un caractère plus universel à l'aide de la terminologie employée par Péguy (1970) pour décrire les régimes pluviométriques. Quelques critères de séparation ont été empruntés à Köppen (1936), dont la classification est trop complexe pour nos objectifs.

Voici le système de classification adopté actuellement pour les régions intertropicales et voisines, les seules intéressées par les bassins de l'Orstom. Le régime des pluies a été retenu comme élément principal de classification ».

Pour permettre la lecture du texte ci-dessous en même temps que celles de la Fig. 1 et de la carte (Fig. 2), nous avons inversé l'ordre de présentation des types de climats par rapport à l'original de 1972. Par ailleurs, nous avons mis entre crochets simples quelques termes implicites ou plus synthétiques que dans l'original. Enfin entre crochets doubles, nous avons apporté des compléments ou correctifs, compte tenu de travaux différents de ceux de Dubreuil *et al.* (1972):

- (a) climat désertique [[ou aride]]:
 - pluviosité moyenne annuelle inférieure à 100 mm,
 - aucun mois ne reçoit plus de 50 mm en moyenne;
- (b) climat semi-aride [[ou subdésertique]]:
 - hauteur de pluie annuelle moyenne [comprise entre 100 et 400 mm];
 - 1-2 mois reçoivent plus de 50 mm en moyenne;
- (c) climat tropical semi-aride;
 - hauteur de pluie annuelle moyenne [comprise entre 400 et 700 mm];
 - 3-4 mois reçoivent plus de 50 mm en moyenne;
- (d) climat tropical pur:
 - une seule saison des pluies de 6 mois au plus;
 - 5-6 mois reçoivent plus de 50 mm en moyenne;
 - hauteur de pluie annuelle moyenne comprise entre 700 et 1000 mm environ [[1200 mm sur la côte sénégalaise]];
- (e) climat tropical de transition:
 - une seule saison des pluies d'au moins 6 mois;
 - une seule saison sèche (disparition progressive de la petite saison sèche estivale du type équatorial de transition, [en (f), ci-dessous]);
 - 6-7 mois reçoivent plus de 50 mm en moyenne;
 - [pluviométrie moyenne annuelle supérieure à 1000 mm];
- (f) climat équatorial de transition:
 - les deux saisons sèches [du climat équatorial pur, en (g)] sont d'inégale importance, la plus sévère étant celle d'hiver;
 - [pluviométrie moyenne annuelle supérieure à 1000 mm, [[supérieure à 900 mm, au Sud Togo et Sud Ghana]]];
- (g) climat équatorial pur:
 - deux saisons des pluies;
 - deux saisons sèches d'égale importance;

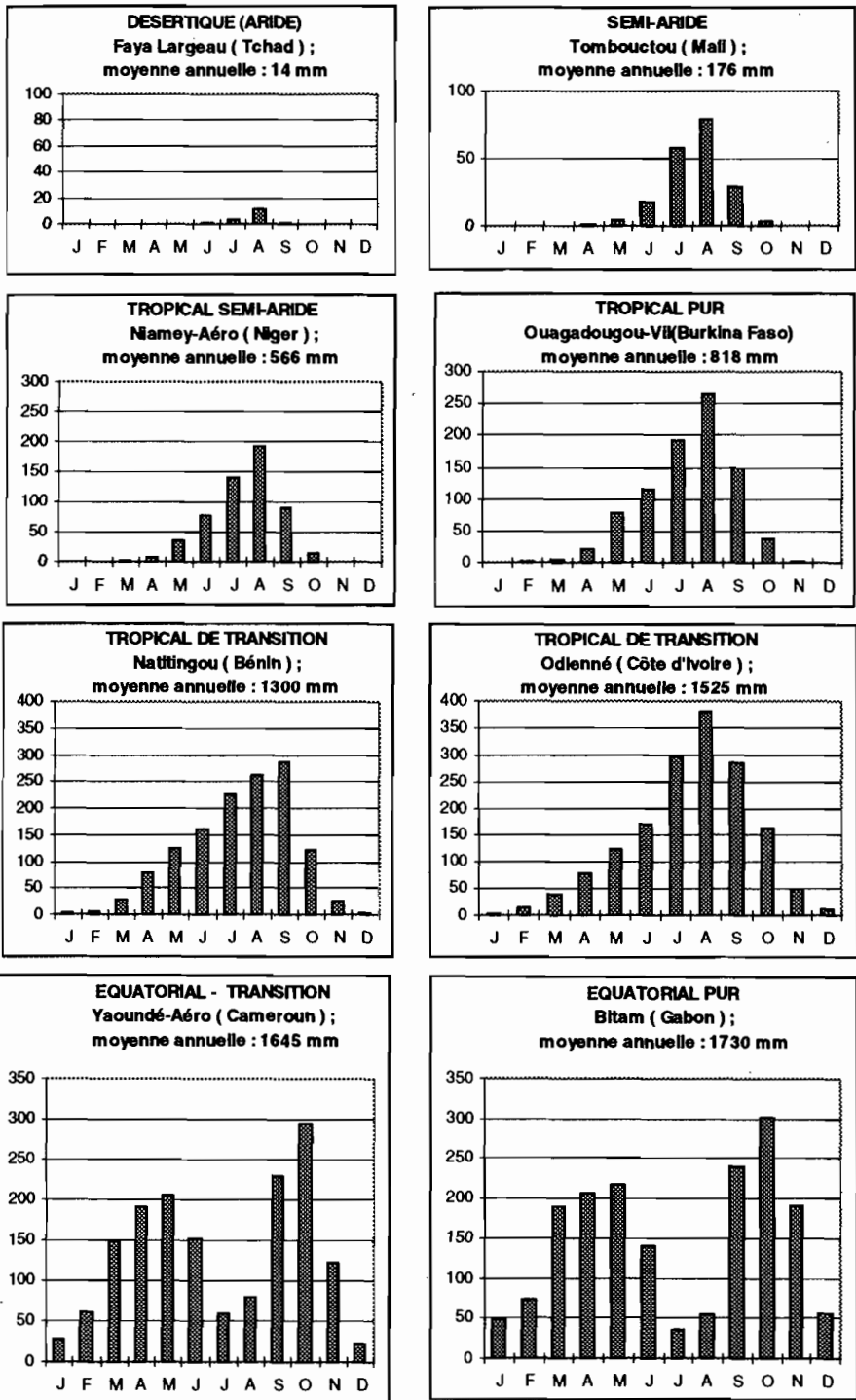


Fig. 1 Histogrammes des précipitations moyennes mensuelles à huit stations, classées selon les types de climats. Les moyennes sont calculées sur la période 1951-1989.

Tableau 1 La succession des régimes du nord au sud.

Précipitation annuelle	Classification climatologique de l'Afrique Occidentale	Classification hydrologique (J. Rodier)
$H < 100-150$ mm	Saharien	Désertique [~ aride]
$150 \text{ mm} < H < 300$ mm	Sahélien nord	Subdésertique [~ semi-aride]
$300 \text{ mm} < H < 750$ mm	Sahélien sud	Sahélien [~ tropical semi-aride]
$750 \text{ mm} < H < 1200$ mm	Soudanien I	Tropical pur
$H > 1200$ mm	Soudanien II et III	Tropical de transition
Au sud du 8-9°(ex A.O.F.)	Libéro-Dahoméen	Equatorial de transition

y a disparition des cours d'eau à écoulement permanent, apparition de vastes zones inondables, et tendance à l'endoréisme. De plus, du point de vue botanique, au Sahel il y a disparition du karité et apparition des épineux.

PRECISIONS DU TRACE DES LIMITES ENTRE LES TYPES DE CLIMATS

Synthèse des différentes publications citées dans le présent article, la Fig. 2 est la carte de répartition des types de climats acceptés par la plupart des hydrologues travaillant en Afrique de l'ouest et centrale.

Bien qu'elles ne puissent être qu'approximatives par nature, les limites que nous avons tracées ont été définies comme suit, du nord vers le sud: pour les trois premières (entre les climats désertique, semi-aride, tropicaux semi-aride et pur), nous avons choisi respectivement les tracés des courbes isohyètes moyennes annuelles 100, 400 et 700 mm sur la période 1951-1989, d'après L'Hôte & Mahé (1996).

La limite entre les climats tropicaux pur et de transition suit approximativement l'isohyète 1000 mm à l'est du Burkina-Faso, puis progressivement 1100 et 1200 mm à l'ouest de cet état.

La limite entre le climat tropical et équatorial (de transition) a été fixée entre 8 et 9°N sur l'est de la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo, le Bénin et l'ouest du Nigéria, comme cela peut être déduit de plusieurs travaux de synthèse (Jackson, 1961; Rodier, 1964; Griffiths, 1972; Moniod *et al.*, 1977; Asecna Abidjan, 1979; LCHF, 1982; L'Hôte, 1983; Nicholson *et al.*, 1988).

La prolongation de cette limite (tropical-équatorial) à l'ouest et à l'est, et les deux dernières limites (équatoriaux pur, et de transition boréal et austral) ont été tracées d'après la répartition saisonnière des précipitations, et à la suite de plusieurs auteurs (Griffiths, 1972; Olivry, 1986; Lericque (a paraître), Callède *et al.* (a paraître)).

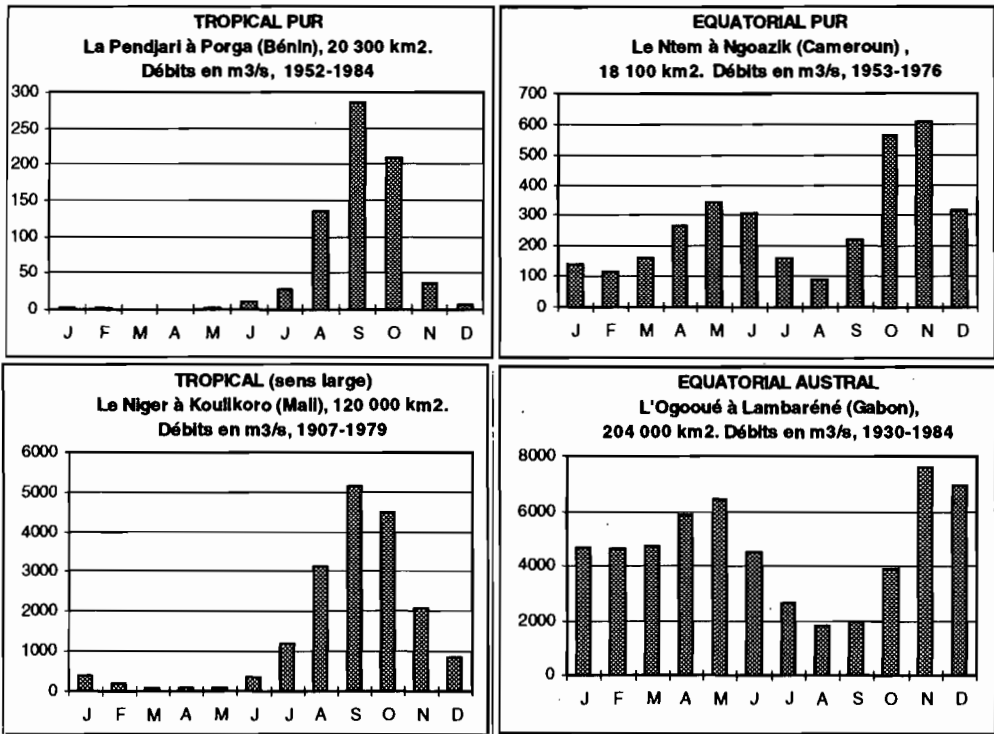


Fig. 3 Quelques exemples de régimes de cours d'eau (d'après Rodier, actualisé).

SITUATION DE LA CLASSIFICATION RETENUE, PARMIS LES AUTRES CLASSIFICATIONS CLIMATOLOGIQUES

Il est intéressant de situer la classification retenue parmi les nombreuses autres classifications climatologiques disponibles. En effet, lorsqu'on consulte la littérature spécialisée en climatologie et en météorologie, on se rend compte qu'il y a non seulement une multitude de classifications – illimitées d'après Grisolle *et al.* (1962) – mais aussi plusieurs typologies (ou regroupements) des classifications, selon le point de vue et les besoins de l'utilisateur. Dans ces conditions, bien qu'il nous ait été matériellement impossible de consulter toutes les publications de cette Organisation, il paraît logique que l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) n'ait apparemment pas proposé une seule classification officielle, mais fasse référence lorsque nécessaire, aux travaux « académiques » pour présenter plusieurs typologies de classifications; par exemples:

OMM (1972): classification génétique, basée sur les processus atmosphériques qui déterminent le climat. On trouve ainsi par exemple, les climats des alizés, des perturbations d'ouest, ...

- Classification empirique, fondée sur les relations entre le climat et en particulier la répartition de la végétation; climats désertique, de la steppe, de l'arbre, ...
- Classification « hydrologique », s'appuyant sur les données relatives aux précipitations et à l'évapotranspiration; classification de Thornthwaite, en particulier.

OMM (1989): classification génétique, déjà définie ci-dessus:

- Classification bioclimatique (ou climatique) prenant généralement en compte deux éléments mesurés du climat, comme les précipitations et la température; les classifications de De Martonne, de Köppen et de Thornthwaite en font partie.
- Classification spéciale, correspondant à des besoins particuliers comme les classifications aéronautique, marine, agronomique, ..., ou à des échelles plus petites relatives à une ville, une implantation industrielle, une aire récréative, ...

Les ouvrages classiques de climatologie consultés (Grisollet *et al.*, 1962; Viers, 1968; Péguy, 1970; Escourou, 1978) présentent des typologies et des classifications assez complètes, cependant nous leur préférons celle proposée dans un cours de météorologie générale (Météo-France & Cned, 1992) pour son actualité, en particulier la description de ce qui est appelé ci-dessus la classification génétique. Les auteurs fondent leur typologie sur le constat que la climatologie a essentiellement trois buts:

- l'analyse des éléments météorologiques qui constituent le climat;
 - la recherche des causes qui expliquent les différents climats et leurs fluctuations;
 - l'analyse de l'interaction du climat avec différents objets d'étude; les sols, les êtres vivants (végétaux, animaux et hommes), l'activité humaine et sociale ...
- (a) Correspondant au premier but (analyse des éléments météorologiques), la climatologie descriptive (ou analytique) est une discipline géographique; elle s'appuie sur des valeurs caractéristiques, des tableaux statistiques, des cartes, voire des atlas.
- (b) Au second paragraphe ci-dessus (recherche des causes des événements climatiques), correspondent la climatologie physique et la climatologie dynamique. Avec la première, on tente de mettre en évidence les mécanismes physiques du comportement atmosphérique; thermodynamique et dynamique atmosphériques, échanges énergétiques, ... Avec la seconde, on cherche à trouver une explication rationnelle aux observations, par des moyens appropriés, et en particulier la modélisation numérique. Aujourd'hui, ces conceptions de la climatologie tendent à devenir des thèmes de recherche importants, principalement dans le cadre des études relatives aux modifications climatiques à l'échelle planétaire (global change).
- (c) A l'analyse de l'interaction du climat avec différents objets d'étude (sols, êtres vivants, activités humaines ...), correspond la climatologie appliquée. On définit ainsi entre autres, la bioclimatologie, l'agroclimatologie, l'hydroclimatologie, la climatologie aéronautique, la climatologie marine, ... Selon le point de vue de l'utilisateur, des nuances sans intérêt pour les uns peuvent devenir importantes pour les autres.

De toute évidence la classification climatique étendue aux régimes hydrologiques proposée ici, qui prend en compte des valeurs statistiques, et qui est appliquée à l'hydrologie, appartient à deux groupes (ou types):

- la climatologie descriptive (ou analytique); et
- la climatologie appliquée (à l'hydrologie).

CONCLUSION: LES TYPES DE CLIMATS ET LA CARTE SONT ILS ENCORE D'ACTUALITE ?

En 1972, dans le cadre des travaux de caractérisation systématique des bassins représentatifs et expérimentaux (BRE) des régions intertropicales et voisines, et en

partant des classifications assez complètes des climatologues (Péguy, Köppen), Dubreuil et ses collaborateurs ont fait un choix simplifié pour obtenir un nombre réduit de types de climats assez proches des régimes hydrologiques étudiés.

A l'usage on a constaté que cette classification et la carte correspondante, permettent non seulement de situer le climat de bassins de recherche et d'expérimentation de petites superficies (BRE, de l'hectare à 500-1000 km²), mais aussi de décrire les climats ainsi que les régimes hydrologiques sur l'ensemble du sous-continent de l'Afrique de l'ouest et centrale. Aujourd'hui dans la pratique, bien qu'ils aient de plus en plus tendance à utiliser le vocabulaire assez complexe de la météorologie tropicale (Dhonneur, 1985), les hydrologues travaillant sur cette partie du continent africain font encore très souvent référence à cette classification simple et claire dans (presque) toutes les monographies hydrologiques et les études de synthèse. On peut avancer que le fait de pouvoir utiliser indifféremment cette classification en climatologie et en hydrologie sur des superficies très variables, est à mettre en relation d'une part avec la simplicité de la classification, et d'autre part avec les variations répétitives relativement faibles d'une année sur l'autre des caractéristiques pluviométriques et hydrologiques, en Afrique de l'ouest et centrale.

Remerciements Comme on l'a vu dans le texte ci-dessus, les premiers travaux pour définir une classification des types de climats utilisable par les hydrologues travaillant en Afrique de l'ouest et centrale, ont été effectués par Jean Rodier, ancien chef du Service Hydrologique de l'Orstom. L'idée d'établir une carte de ces types de climats revient à Gabriel Vuillaume, hydrologue de l'Orstom aujourd'hui décédé.

REFERENCES

- Asecna (1979) *Le climat de la Côte d'Ivoire*. Service Météorologique, Abidjan.
- Brunet-Moret, Y., Chaperon, P., Lamagat, J. P. & Molinier M. (1986) *Monographie hydrologique du fleuve Niger*. Coll. Monographies Hydrologiques de l'Orstom no. 8.
- Callède, J., Boulvert, Y. & Thiébeaux, J. P. (à paraître) *Le bassin de l'Oubangui*. Coll. Monographies Hydrologiques de l'Orstom.
- Dhonneur, G. (1985) *Traité de météorologie tropicale. Application au cas particulier de l'Afrique occidentale et centrale*. Bureau d'étude de l'Asecna, Dakar.
- Dubreuil, P., Chaperon P., Guiscafré, J. & Herbaud, J. (1972) *Recueil des données de base des bassins représentatifs et expérimentaux de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer: années 1951-1969*. Orstom, Paris.
- Escourou, G. (1978) *Climatologie pratique*. Masson, Paris.
- Griffiths, J. F. (1972) *Climates of Africa*. World Survey of Climatology, vol. 10. Elsevier, New York.
- Grisollet, P., Guilmet, B. & Arlery, R. (1962) *Climatologie, méthodes et pratiques*. Gauthier-Villars & Cie, Paris.
- Jackson, S. P. (1961) *Atlas climatologique de l'Afrique*. Commission de la coopération technique en Afrique au sud du Sahara, Lagos, Nairobi.
- Köppen, W. (1936) In: *Climatologie, méthodes et pratiques* (ed. par P. Grisollet, B. Guilmet & R. Arlery), 297-301. Gauthier-Villars & Cie, Paris.
- Laboratoire Central d'Hydraulique de France (LCHF) (1982) *République togolaise: Atlas des ressources et besoins en eau*. Programme des Nations Unies pour le Développement.
- Lerique, J. (à paraître) *Fleuves et rivières du Gabon*. Coll. Monographies Hydrologiques de l'Orstom.
- L'Hôte, Y. (1983, non publié) *Analyse de correspondances et classification automatique sur les pluies moyennes mensuelles du Togo*.
- L'Hôte, Y. & Mahé, G. (1996) *Afrique de l'ouest et centrale; précipitations moyennes annuelles (période 1951-1989). Carte à l'échelle 1:6 000 000*. Orstom, Paris.
- Météo-France & CNED (1992) *Formation de base à la météorologie*. Météo-France & Centre National d'Enseignement à Distance, Paris.

- Météorologie Nationale Française (1957) Aperçus sur la climatologie de l'Afrique Occidentale. Cité par Dubreuil *et al.* (1972), p. 33.
- Moniod, F., Pouyaud, B. & Sechet, P. (1977) *Le bassin du fleuve Volta*. Coll. Monographies Hydrologiques de l'Orstom no. 5, Paris.
- Nicholson, S. E., Kim, J. & Hoopingarner, J. (1988) *Atlas of African Rainfall and its Interannual Variability*. Tallahassee, Florida, USA.
- Nouvelot, J. F. (1993) *Guide des pratiques hydrologiques sur les petits bassins versants ruraux, en Afrique tropicale et équatoriale*. CIEH, Orstom, Montpellier, France.
- Olivry, J. C. (1986) *Fleuves et rivières du Cameroun*. Coll. Monographies Hydrologiques de l'Orstom no. 9, Paris.
- OMM (1972) *Recueil de notes de cours de climatologie, pour la formation professionnelle du personnel météorologique de classe IV*. Tech. Publ. no. 327, OMM, Genève.
- OMM (1989) *Guide to Climatological Practices*. Compléments aux éditions de 1983, 1984, 1987. Note WMO no. 100. Genève.
- Péguy, Ch. P. (1970) *Précis de climatologie*. Masson, Paris.
- Rodier, J. (1964) *Régimes hydrologiques de l'Afrique Noire à l'ouest du Congo*. Mém. Orstom, Paris.
- Viers, G. (1968) *Eléments de climatologie*, nouvelle éd. revue. Fernand Nathan, Paris.