

# VARIABILITÉ PLUVIOMÉTRIQUE DE LA PETITE SAISON SÈCHE AU GABON

MALOBA MAKANGA J.D.

*Laboratoire d'Analyse Spatiale et des Environnements Tropicaux (LANASPET), Département de Géographie, Université Omar Bongo, Libreville, Gabon [malobamakanga@yahoo.fr]*

**Résumé** - Les stations synoptiques du Gabon connaissent plusieurs problèmes liés notamment à la mauvaise qualité des données archivées. Toutefois, des séries chronologiques complètes (1951 à 1997) de 13 stations permettent d'illustrer, dans un contexte de changement climatique global, les caractéristiques de la variabilité des précipitations associée à la petite saison sèche. On constate que la masse pluvieuse se déplace, de décembre à février, vers le sud du Gabon. Mais, c'est la région nord, la moins arrosée, qui est la plus cohérente en termes d'anomalies. On note aussi une prédominance d'anomalies négatives lors des deux dernières décennies. En outre, deux années ENSO se distinguent des autres par l'ampleur des excédents (1976) et des déficits (1993) pluviométriques constatés sur l'ensemble du pays. L'exemple de Libreville qui confirme la tendance à la baisse des pluies sur une période plus longue (1951-2010) montre aussi que cet écart est faible par rapport à la moyenne.

**Mots-clés** : Gabon, pluviométrie, saison sèche, variabilité.

**Abstract - Rainfall variability of small dry season in Gabon.** The Gabonese synoptic stations facing several problems, particularly related to the poor quality of archived data. However complete time series (1951 to 1997) of 13 stations illustrate, in a context of global climate change, the characteristics of the variability of rainfall associated with the small dry season. It's observed that the rainy mass moves from December to February to the south of Gabon. But it is the northern region, the less watered, which is the most coherent in terms of anomalies. We also note a predominance of negative anomalies in the last two decades. In addition, two years ENSO, are distinguished from others by the extent of pluviometric overages (1976) and deficits (1993) observed over the whole country. The example of Libreville which confirms the decreasing trend of rainfall over a longer period (1951-2010) also shows that the gap is small compared to the average.

**Keywords** : Gabon, rainfall, dry season, variability

## Introduction

La climatologie « équatoriale » à la charnière des deux hémisphères manifeste un équilibre fragile très ponctuel qui, par le passé fut souvent rompu soit au profit d'un assèchement sensible dont les stigmates sont encore nettement visibles dans les paysages (savanes incluses, cuirasses de sols, stone-lines) soit au profit d'une humidification accentuée, à la faveur de laquelle s'est mise en place cette couverture forestière si typique mais dont la puissance physiologique n'est qu'illusoire (Peyrot, 1991). Au Gabon, des études (Maloba, 2010) ont montré que si la période juin-août correspond à la grande saison sèche, le pays connaît une longue saison pluvieuse de septembre à mai qui se caractérise aussi par une péjoration des précipitations entre décembre et février que l'on qualifie de petite saison sèche. Cette étude cherche à mettre en exergue, dans un contexte de changement climatique global, les caractéristiques de la variabilité des précipitations associée à cette saison. La petite saison sèche au Gabon intervient au moment où certaines années se mettent en place sur le Pacifique le phénomène ENSO qui peut perturber le climat de toute la planète. Les indices pluviométriques régionaux constitués servent donc à analyser les relations entre la fréquence d'occurrences du phénomène ENSO et les anomalies pluviométriques constatées.

## 1. Données et méthodes

L'étude de la pluviométrie dans les régions tropicales se trouve souvent confrontée au problème de l'insuffisance des données, due à des réseaux de stations peu denses et à de nombreuses lacunes dans les séries chronologiques (Arvor *et al.*, 2008). Au Gabon, les stations météorologiques connaissent plusieurs problèmes liés à la mauvaise qualité des données archivées et à la faiblesse de la densité (Maloba, 2014). Pour cette étude, nous disposons de 13 stations synoptiques dont les séries sont complètes pour la période 1951-1997. Les données de la station de Libreville (qui constituent la série la plus longue et la plus fiable [1951-2010]) permettent, dans une étude de cas, de vérifier si le réchauffement global

impacte le mode répartition et/ou le volume des précipitations de cette saison. Pour l'analyse de la variabilité spatio-temporelle, nous avons utilisé entre autres l'analyse en composantes principales (ACP). Elle permet de regrouper des stations qui subissent en même temps les mêmes variations, pour un pas de temps donné, formant ainsi des ensembles dont la variabilité est synchrone (Beltrando, 2000). C'est l'ACP avec rotation "Varimax" (Richman, 1986) qui a permis une analyse de la cohérence des zones dans leurs variations interannuelles respectives, par le calcul de corrélations interzones des cumuls mensuels (décembre, janvier, février) de précipitations. A partir du Scree-test (O'lenic et Livezey, 1988), les trois premiers vecteurs propres ont été retenus pour chaque mois ; toutefois, seules les deux premières composantes principales qui recouvrent l'essentielle de la variance sont présentées ici.

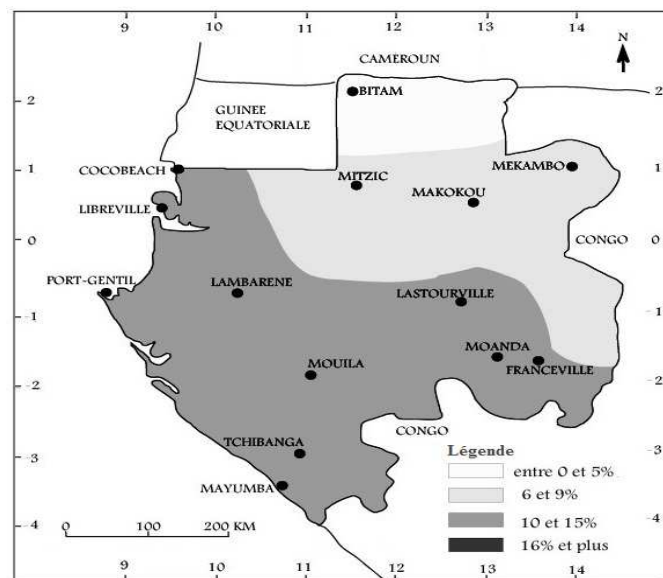
## 2. Répartition des précipitations moyennes au Gabon

### 2.1. Le poids de la petite saison sèche au Gabon

Au plan physiognomique, ce sont les pluies qui fondent les différenciations internes, du fait de l'homogénéité thermique dans la zone intertropicale (Vigneau, 2008). Pour éliminer le poids de la pluviométrie brute, les données utilisées dans cette étude sont exprimées en pourcentages du total annuel et les champs pluviométriques moyens élaborés à partir de ces valeurs relatives permettent de décrire la dynamique de la répartition des précipitations d'un mois à l'autre. Ainsi, la proportion cumulée des précipitations des mois de septembre, octobre, novembre de l'ensemble du pays atteint 37% du total annuel contre 33% pour la petite saison qui s'étale de mars à mai. La petite saison sèche (décembre-février) recueille 26% des précipitations totales annuelles alors que les hauteurs d'eau de la grande saison sèche (juin- août) atteignent à peine 4% (Maloba, 2007).

### 2.2. La translation méridienne de la masse pluvieuse de décembre à février

Dans l'ensemble, l'absence de fortes précipitations au nord et au nord-est du Gabon et leur occurrence au sud de l'équateur géographique témoigne de la migration vers le sud de la masse pluvieuse. La figure 1 permet de constater que l'extrême nord du Gabon enregistre entre 0 et 5% de ses précipitations annuelles.



**Figure 1.** Précipitations moyennes mensuelles (décembre) en pourcentages du total annuel (1951-1997).

La dynamique des précipitations du mois de janvier se caractérise par une extension spatiale de faibles précipitations (entre 0 et 5% des pluies annuelles) qui concernent ainsi tout

le nord du pays (Bitam, Mitzic, Makokou, Mekambo). Cette zone de faibles précipitations Nord est interrompue vers le centre du pays par une bande pluvieuse plus large dont les pluies représentent entre 6 et 9% de précipitations annuelles. Mais la masse pluvieuse la plus importante (entre 10 et 15% des pluies annuelles) du mois de janvier recouvre uniquement le littoral et les régions sublittorales entre Libreville et Mayumba.

En février la plage des précipitations comprises entre 10 et 15% qui n'affectent que le littoral en janvier se déploie vers la partie orientale du pays au sud de l'équateur géographique. Cette extension méridienne de la proportion des pluies les plus abondantes, s'accompagne également d'un renforcement des précipitations dans le nord du pays (entre 6 et 9% des pluies annuelles).

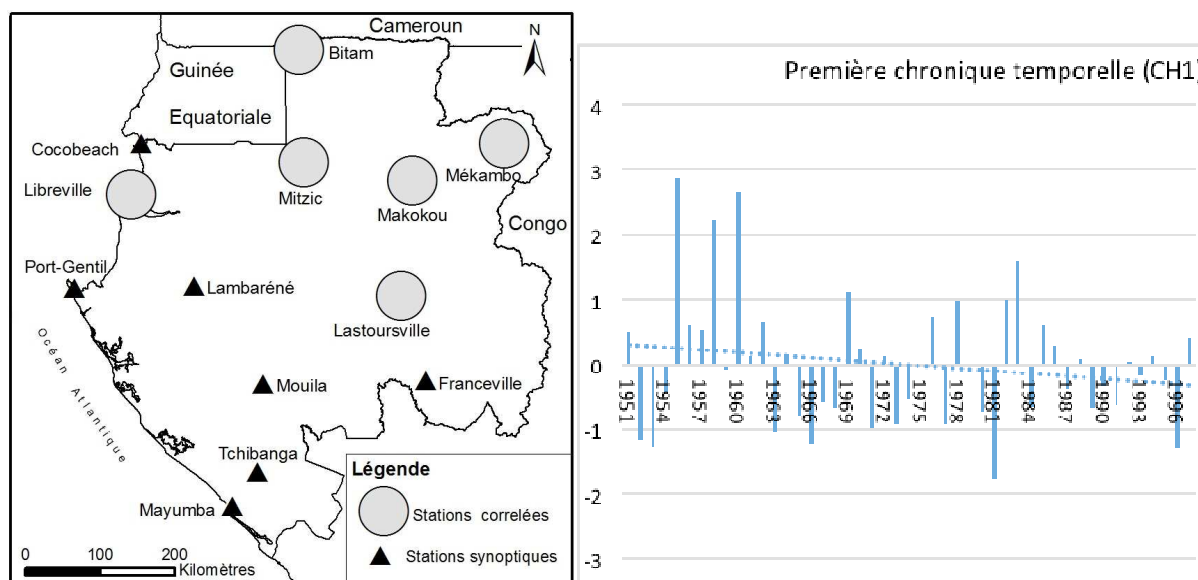
Au total, au sud de Port-Gentil, la « petite saison sèche découle plutôt d'un upwelling qui se manifeste parfois entre décembre et janvier » (Saint-Vil, 1979). En revanche, au nord du Gabon où la péjoration pluviométrique est très sensible, celle-ci s'explique par une stabilité atmosphérique due au fait que ce secteur se trouve à moins de 400 km au sud du front intertropical, où le flux d'air océanique (la mousson) n'a pas une épaisseur suffisante pour permettre des ascendances importantes. Précisons que cette indigence pluviométrique des régions nord du Gabon se produit au moment où s'installe la grande saison des pluies dans l'extrême sud. Ce qui traduit une certaine opposition dans l'apparition des grandes saisons des pluies dans les régions extrêmes, de part et d'autre de l'équateur géographique. D'où la nécessité d'approfondir les recherches sur la variabilité pluviométrique à différentes échelles spatio-temporelles.

### **3. Variabilité spatio-temporelle des précipitations de la saison décembre-février**

Dans cette étude l'analyse des corrélations stationnelles permet de constater que les régions cohérentes sont dans l'ensemble de faible extension (non montré). La première composante principale (21.23% de la variance totale) de décembre illustre les stations du centre du pays (Cocobeach, Libreville, Mitzic, Makokou, Lambaréné, Port-Gentil). Cette structure spatiale a connu une prédominance d'anomalies pluviométriques positives durant la décennie 1951-1960, le maximum ayant été relevé en 1955. Si la période 1961-1984 est marquée par une alternance d'anomalies positives et négatives, en revanche, de 1985 à 1997, il y a plus de déficits que d'excédents pluviométriques. Par ailleurs, les stations situées au nord de l'équateur géographique constituent une région fortement cohérente en termes d'anomalies. Cette région qui est prise en compte par la deuxième composante principale (15.30% de la variance totale) présente, dans l'ensemble, une alternance de déficits et d'excédents pluviométriques. Mais on note une prédominance d'années sèches entre 1970 et 1985. Les années typées sont 1988 (anomalies positives) et 1961 (anomalies négatives).

La proportion de variance exprimée par les deux premiers vecteurs propres du mois de janvier est de 30.46%. Les stations significativement associées à la première composante principale (18.10%) se situent à l'intérieur du pays sur les plateaux orientaux et concernent les stations de Mékambo, Makokou, Lastourville et Franceville. C'est une structure spatiale de faible taille qui a connu une alternance d'anomalies positives et négatives avec notamment d'importants excédents en 1952 et des déficits sans précédent en 1968. Les stations situées au nord de l'équateur géographique constituent la deuxième entité géographique cohérente en termes d'anomalies (12.36%). Elle est, à quelques exceptions près, identique à celle de la deuxième composante du mois de décembre. Cette région a connu de nombreuses anomalies pluviométriques négatives surtout après 1982 qui est l'année la plus arrosée, 1992 étant la plus sèche.

La variance expliquée par les deux premiers vecteurs propres du mois de février ne représente que le tiers (31.76 %) de l'énergie totale comme pour les mois de décembre et janvier. La première composante principale (17.15% de la variance exprimée) intègre les stations situées majoritairement au nord de l'équateur géographique. Cette structure spatiale est presque semblable aux régions homogènes contenues dans les deuxièmes composantes principales des mois de décembre et février. La chronique temporelle retraçant l'évolution des précipitations de cette région montre que si la pluviométrie était excédentaire entre 1951-1978, celle-ci est largement déficitaire entre 1979-1997 (figure 2).



**Figure 2.** Première composante spatiale de l'ACP avec rotation pour le mois de février (CP1fev) (1951-1997) et chronique temporelle correspondante (CHR1 fév.).

Ce sont les stations situées le long d'un axe Lastourville-Mayumba qui sont fortement associées à la deuxième composante principale (14.61% de la variance commune) du mois de février. Cette structure de faible extension spatiale se caractérise aussi par une alternance d'anomalies positives et négatives avec notamment des pluies très importantes en 1958 et largement inférieures à la moyenne en 1960.

Dans une étude sur *la pluviométrie et crises climatiques en Afrique Tropicale*, Camberlin et al. (2003) affirment que : « l'Afrique de l'Est équatoriale apparaît comme une troisième entité, dotée d'une très forte cohérence quant aux variations pluviométriques, en dépit de sa faible taille. Si le manque de données récentes en Afrique équatoriale occidentale l'exclut de fait de la régionalisation, une analyse limitée aux années 1951-1988 avait permis de conclure à l'absence de mode organisé d'échelle macro-régionale dans cette partie de l'Afrique (Bigot et al., 1997) ». De même, l'originalité du Gabon, est qu'il se trouve en permanence au sud de la trace au sol du Front InterTropical (Maloba, 2010) et qu'entre le 15 janvier et le 15 février le FIT se trouve au nord-est du Congo et au sud du Cameroun (Dhonneur, 1985). Il atteint alors sa position la plus méridionale en surface (environ 5° nord en Afrique équatoriale atlantique) et le nord du Gabon connaît alors la petite saison sèche.

Cette étude confirme le fait que les structures spatiales mises en exergue bien que fortes par rapport aux variations des précipitations sont généralement de faible extension spatiale. Il ressort également que les stations situées au nord de l'équateur géographique sont prises en compte dans trois des six composantes principales présentées dans cette étude. Or, l'étude de la dynamique de l'atmosphère en Afrique centrale occidentale de décembre à février a montré que c'est au nord de l'équateur géographique (Moron, 1994 ; Maloba 2010) que la péjoration des précipitations est la plus forte. De même, bien que le mode variabilité soit,

majoritairement, caractérisé par une alternance d'anomalies pluviométriques positives et négatives, l'évolution des précipitations est marquée par une légère tendance à la baisse. L'analyse des précipitations de Libreville sur soixante ans (1951-2010) montre aussi que pour les trois mois, la tendance à la baisse est faible car les écarts négatifs de la pluviométrie brute par rapport à la moyenne sont peu importants, la tendance à la baisse la plus importante ayant été décelée en février.

#### **4. Co-variations anomalies pluviométriques/phénomènes ENSO**

A l'échelle de l'Afrique, d'une manière générale, le déclin des précipitations depuis 1950 coïncide avec le changement des températures de surface océanique à l'échelle globale. Or, ces changements sont parfois liés aux oscillations australes et aux phénomènes El Nino (ENSO) sur le Pacifique (Dewitte, 2001). Plusieurs auteurs (Cadet et Garnier, 1988 ; Ropelewski et Halpert, 1996 ; Durant, 1998) ont classé les années suivantes comme " années ENSO " ; il s'agit de 1940-1941, 1951, 1953, 1957-58, 1965, 1969, 1972-73, 1976, 1982-83, 1986-87, 1991-92, 1993, 1994 et 1997, le plus important du XXème siècle. L'analyse des anomalies pluviométriques de la saison décembre-février sur la période 1951-1997 montre que certaines années typées correspondent aux années ENSO. Quel est donc le comportement des précipitations des structures spatiales de la variabilité de la petite saison sèche en années ENSO ?

Des informations intéressantes peuvent être tirées de l'analyse des relations entre les trois structures spatiales intégrant la région nord du Gabon qui ont été mises en évidence respectivement par les deuxièmes composantes principales de décembre et janvier et la première composante principale de février. Dans le détail, on constate que la région nord cohérente en termes d'anomalies reconnue en décembre enregistre plus d'anomalies négatives que positives en années ENSO. La particularité de la deuxième entité pluviométrique homogène de janvier est d'avoir été marquée par des anomalies positives lors des événements ENSO qui se sont produits entre 1953 et 1982 puis par des anomalies négatives lors des phénomènes ENSO qui ont eu lieu entre 1986 et 1997. La région nord du Gabon illustrée par le mode de variabilité de février se distingue par l'alternance des anomalies positives et négatives en années ENSO même si à partir de 1986, elles sont majoritairement négatives. Pourtant, les autres régions notamment le centre du Gabon (cf. première composante de décembre) enregistrent plus d'excédents pluviométriques lors des phases ENSO comprises entre 1986 et 1997. Il convient de signaler que les événements de 1976 et 1993 ont eu une résonance particulière au Gabon. En effet, lors de ces phases des excédents et les déficits pluviométriques ont été enregistrés sur l'ensemble du territoire. Pourtant, à l'échelle de la planète, ces deux événements ENSO ne sont ni les plus intenses ni les plus faibles du XXème siècle.

#### **Conclusion**

L'Afrique centrale occidentale et le Gabon en particulier constituent l'une des régions les plus arrosées de la planète (Maloba, 2007). Mais l'absence de données fiables ou de données tout court exclut cette région des études qui mettent notamment en relief les caractéristiques des perturbations climatiques récentes. Au Gabon, la période 1951-1997 est celle qui permet de prendre en compte 13 des 14 stations synoptiques du pays dans cette étude consacrée à la petite saison sèche qui s'étale de décembre à février. Durant cette période, la masse pluvieuse migre de décembre à janvier vers le sud avant de se renforcer vers l'intérieur du pays et d'entamer une remontée vers le nord en décembre. Cette saison qui est dans l'ensemble moins arrosée que la grande saison des pluies connaît une péjoration pluviométrique plus sensible au nord du pays. Cette région bien qu'étant la moins arrosée est paradoxalement la plus

homogène en termes d'anomalies. On a également relevé que cette saison des pluies est marquée par une tendance à la baisse que l'on retrouve également dans l'analyse de la série chronologique de Libreville sur soixante ans (1951-2010) mais les écarts par rapport à la moyenne sont faibles. Les relations entre les anomalies pluviométriques mises en exergue et l'occurrence ENSO sont complexes sauf que les irrégularités pluviométriques des années 1976 (anomalies positives) et 1993 (anomalies négatives) ont été reconnues sur l'ensemble du territoire.

### Références bibliographiques

- Arvor D., Dubreuil V., Ronchail J., Meirelles M., 2008 : Apport des données TRMM 3B42 à l'étude des précipitations au Mato Grosso. *Climatologie*, **5**, 49-69.
- Beltrando G., 2000 : La climatologie : une science géographique. *L'information géographique*, **64**(3), 241-261.
- Bigot S., Camberlin P., Moron V., Richard Y., 1997 : Structures spatiales de la variabilité des précipitations en Afrique : une transition climatique à la fin des années 1960 ? *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, série IIa, t. **324**, 181-188.
- Cadet D., Garnier R., 1988 : L'oscillation australe et ses relations avec les anomalies climatiques globales. *La Météorologie*, 7<sup>ème</sup> série, **21**, 4-18.
- Camberlin P., Beltrando G., Fontaine B., Richard Y., 2003 : Pluviométrie et crises climatiques en Afrique Tropicale : changements durables ou fluctuations interannuelles. *Historiens & Géographes*, **379**, 263-273.
- Dewitte O., 2001 : Le point sur les phénomènes d'El Niño, de La Niña et de l'Oscillation Australe. *Bull. de la Société de géographie de Liège*, **40**(1), 15-32.
- Dhonneur G., 1985 : L'équateur météorologique : une structure planétaire. Dans *Climatologie tropicale et Etablissements Humains*. Actes de Symposium, n°**23**, 27-40.
- Durand F., 1998 : *Variabilité de la structure thermique de l'océan Pacifique tropical au cours de la période 1979-1996*. Mémoire de DEA, Sciences de la Mer, Océanographie Physique, ORSTOM, Centre de Nouméa, 60 p.
- Maloba Makanga J. D., 2007 : Quelques traits climatiques du Gabon : le cas de la distribution des précipitations mensuelles. *Revue Gabonaise de Géographie*, **2**, 109-127.
- Maloba Makanga J. D., 2010 : *Précipitations au Gabon : climatologie analytique en Afrique*. L'Harmattan, 143 p.
- Maloba Makanga J. D., 2014 : À propos des prévisions météorologiques. Plaidoyer pour une amélioration des conditions d'observation des éléments du temps. Dans *les enjeux et défis du Gabon au XXIe siècle*. Connaissances et Savoir, 193-214.
- Moron V., 1994 : *Variabilité des précipitations en Afrique tropicale au nord de l'équateur (1933-1990) et relations avec les températures de surface océanique et la dynamique de l'atmosphère*. Thèse pour le doctorat, CRC, Univ. de Bourgogne, 219 p. + Atlas.
- O'lenic E.A., Livezey R.E., 1988 : Practical considerations in the use of rotated principal component analysis in diagnostic studies of upper-air height fields. *Monthly Weather Review*, **116**, 1682-1689.
- Peyrot B., 1991 : Hydrologie de l'Afrique centrale, Dans *Aux origines de l'Afrique Centrale*, Centres Culturels Français d'Afrique Centrale, CICIBA, Sépia, 15-17.
- Richman M.B., 1986 : Rotation of principal components. *J. Climato*, **6**, 293-335.
- Ropelewski C.F., Halpert M.S., 1996 : Quantifying Southern Oscillation-Precipitation Relationship. *JOC*, **9**, 1043-1059.
- Saint-Vil J., 1979 : La grande saison sèche au Gabon. Institut de Géographie Tropicale, Abidjan (Côte d'Ivoire), 17 p.
- Vigneau J.P., 2008 : *Climatologie*, A. Colin, 200 p.