

VARIABILITÉ DES PRÉCIPITATIONS À KOUNDJA ET À NGAOUNDÉRE EN RAPPORT AVEC LES ANOMALIES DE LA TEMPÉRATURE DE L'OCÉAN ATLANTIQUE ET EL NINO

**Joseph Armathée AMOUGOU, Samuel Aimé ABOSSOLO,
Mesmin TCHINDJANG et Romain Armand Soleil BATHA ***

*Département de géographie, Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines
Université de Yaoundé 1, Cameroun*

* Correspondance, e-mail : bathsol33@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Cette étude a pour objectif d'analyser la variabilité des précipitations à Koundja et à Ngaoundéré. Au cours de cet exercice, elle a permis de constater que les décennies de 1960 et 1970 ont été excédentaires et la période de 1980-2005 plutôt déficitaire, ceci pour les deux stations. Aussi, l'augmentation de la pluviométrie de la saison sèche s'accompagne par une baisse des précipitations au cours de la saison de pluies de la même année. En plus de la répartition à un maximum qui caractérise le régime des précipitations annuelles des stations étudiées, nous avons mis en évidence des cas de répartitions de deux à trois maxima. Ces anomalies que nous venons mettre en exergue sont influencées aussi bien par les épisodes du phénomène El Nino que par les fluctuations de la température de l'atlantique Nord.

Mots clés : *Koundja, Ngaoundéré, précipitations, température de l'atlantique nord, phénomène El Nino.*

ABSTRACT

**Rainfalls variability in Koundja and Ngaoundere in relation
with anomalies of the temperature of the Atlantic Ocean and El Nino**

This study aims to analyze the variability of precipitations with Koundja and Ngaoundéré. During this exercise, it made it possible to note that the decades of 1960 and 1970 were surplus and the rather overdrawn period of 1980-2005, this for the two stations. And the increase in the pluviometry of the dry season is accompanied by a fall by precipitations during the season by rains by the same year.

In addition to the distribution to a maximum which characterizes the mode of annual precipitations of the studied stations, we highlighted of the cases of distributions from two to three maximum. These anomalies as we come to put forward are influenced as well by the episodes of the El Nino phenomenon as by the fluctuations of the temperature of Atlantic North.

Keywords : *Koundja, Ngaoundere, rainfalls, temperature of the North Atlantic, El-Nino phenomenon.*

I - INTRODUCTION

L'évolution des précipitations dans la zone tropicale est marquée ces dernières décennies par des fortes variabilités qui ne se sont pas limitées aux seules régions sahéliennes. Ces sécheresses consécutives ont aussi affecté les régions guinéennes et soudaniennes situées plus au sud [1], Koundja [2] et Ngaoundéré localisées respectivement dans les provinces de l'Ouest et de l'Adamaoua (Cameroun) ont fait face à cette situation climatique exceptionnelle. Mais, quelles sont les différentes formes de variabilité des précipitations qui sévissent à Koundja et à Ngaoundéré ? Quelle relation existe-t-il entre les différentes formes de cette variabilité et les anomalies de températures de l'atlantique Sud et du phénomène El - Nino dans le Pacifique Sud ? Notre objectif pour cette étude consiste à définir les différentes modes de variabilité des précipitations qui ont été observées dans les régions de Koundja et de Ngaoundéré, à les analyser et puis de montrer leurs éventuelles relations avec les anomalies thermiques de l'Atlantique sud et le phénomène EL-Nino dans le Pacifique sud.

II - CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Dans la région de Ngaoundéré règne un climat tropical soudanien [3] très humide à cause de sa situation en altitude (une altitude moyenne 1100 m). La station de Ngaoundéré reçoit jusqu'à 1575 mm de pluies [4] en sept mois, de mars en novembre. Les températures moyennes sont relativement faibles (22°C à Ngaoundéré) avec une amplitude thermique annuelle tout aussi faible de 3,1°C. Ces conditions climatiques ont favorisé la formation d'un sol peu profond ferrugineux où la curasse latéritique apparaît à une faible profondeur et une savane arborée. Cette savane est en grande partie dégradée à cause des fortes pressions agricoles et pastorales qu'elle subit. La région de Koundja baigne dans un climat équatorial dit « camerounien d'altitude ».

Avec une pluviométrie moyenne annuelle de 2037,2 mm [2], cette région ne connaît que trois mois secs (de mi-décembre à mi-mars). Les températures sont relativement basses : la moyenne annuelle se situe autour de 21°C avec une amplitude de 2,5°C. Les maxima se situent entre février et mars qui enregistrent une moyenne de 27,8°C, et les minima entre juillet et août. L'humidité relative est toujours supérieure à 75% (maximale = 91%; minimale = 78%) mais l'évapotranspiration est relativement élevée, supérieur à 1326 mm. Le couvert végétal dominant est celui de la savane, résultat d'une occupation humaine très ancienne. La région de Koundja est située sur une altitude dépassant 1200 m.

III - MÉTHODOLOGIE

III-1. Données

Pour cette étude, nous avons utilisé les données de précipitations mensuelles des stations météorologiques de Ngaoundéré (7°21' latitude Nord ; 13°33' longitude Est, 1113 m d'Altitude et une moyenne annuelle de 1491,4 mm) et de Koundja (7°21'Latitude Nord, 10°44'longitude Est, située à 1217 m d'altitude et une moyenne annuelle de 1885,4 mm), disponibles à la Direction Nationale de la Météorologie du Cameroun. Nous avons aussi intégré dans notre analyse les informations relatives aux températures de la surface de l'Atlantique Nord ainsi que des données sur le phénomène El- Nino publiés par l'Institut Russe de la Météorologie de Saint-Pétersbourg.

III-2. Traitement des données

Pour mettre en évidence les fluctuations pluviométriques qui ont marqué les stations concernées par cette étude, nous avons calculé les écarts à la moyenne de nos séries de précipitations longues de 46 ans (1960-2005), selon la formule :

$$\text{Ecart (E)} = P_i - \overline{P} \quad (1)$$

Où P_i = précipitation d'une année i et \overline{P} = la normale.

Ensuite, nous avons caractérisé l'évolution de la répartition en calculant pour chaque année les proportions de la pluviométrie pour la saison sèche et pour la saison humide. La saison sèche s'étend du mois de décembre au mois de février à Koundja et de novembre à mars à Ngaoundéré.

Nous avons aussi calculé le coefficient de corrélation entre les cumuls annuels des précipitations et la température de l'Atlantique Nord dans le but de mettre en évidence d'éventuelles relations entre les anomalies de précipitations enregistrées (à Koundja et à Ngaoundéré) et les perturbations qui ont affecté les températures de l'Atlantique. Nous avons enfin cherché le lien possible qui existe entre El - Nino et pluviométries de nos stations d'étude par l'analyse des écarts à la moyenne de cumuls des années ayant connu l'épisode El-Nino et des années suivant El-Nino.

IV - RÉSULTATS ET ANALYSE

IV-1. Evolution des précipitations à Ngaoundéré et à Koundja de 1960 à 2005

Selon le *Tableau 1*, les décennies 1960 et 1970 ont été globalement excédentaires pour les deux stations et, la période 1980 à 2005 est plutôt déficitaire.

Tableau 1 : Moyenne des précipitations décennales

décennies	Ngaoundéré		Koundja	
	moyennes	écarts-types	moyennes	écarts-types
1960	1582,2	133,7	2017,5	218,5
1970	1523,7	179,4	1979,5	171,3
1980	1421,0	136	1849,2	242,0
1990	1428,0	132,7	1860,2	92,4
2000	1467,7	98,4	1813,1	194,0

Mais les *Figures 1 et 2* révèlent que :

- A Ngaoundéré, la phase excédentaire (1960-1980) a été interrompue par une période sèche de courte durée, 5 ans seulement (1968-1973), d'amplitude légèrement inférieure à 200 mm. De même, la période déficitaire 1980-2005 a été entrecoupée à deux reprises par une légère hausse, d'abord stabilisée autour de la normale entre 1986-1988, ensuite avoisinant 200 mm entre 1997 et 2001, dont le sommet a été atteint en 2001.
- A Koundja, contrairement à Ngaoundéré où cinq années consécutives ont été sèches entre 1960 et 1980, trois années dont deux consécutives ont connu une pluviométrie ne dépassant pas la moyenne (1970, 1971 et 1973).

Durant la phase sèche, la barre de la normale a été franchie à trois reprises (1982-1984 ; 1986-1998 et 1997-2000). Ces hausses donnent à la courbe une allure normale même si entre 1982-1984 et 1997-2000 l'amplitude de l'écart à la normale dépasse plus 100 mm, ceci pour les deux stations. Malgré les fluctuations observées au cours de la période 1960 à 2005, la tendance générale des précipitations annuelles et de l'amplitude des anomalies a été à la baisse pour les deux stations.

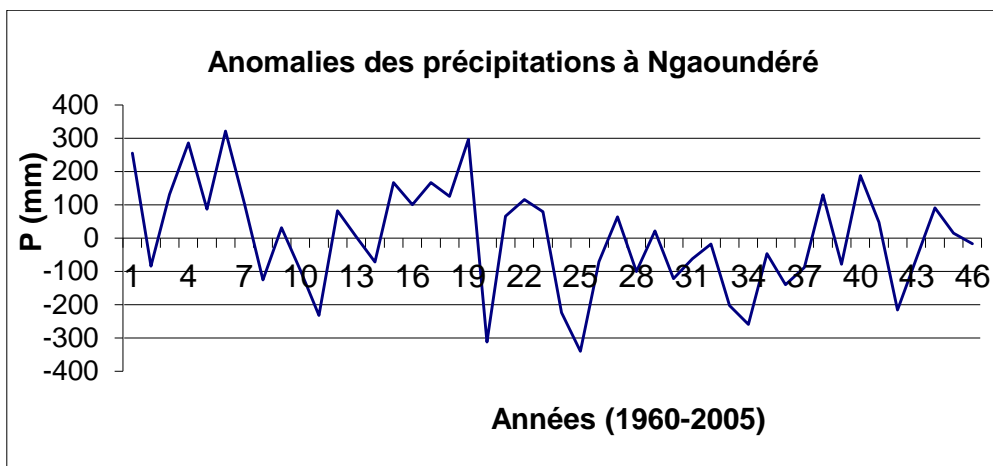


Figure 1 : L'évolution des précipitations annuelles à Ngaoundéré de 1960 - 2005. Les parties de la courbe au-dessous de la barre de zéro représentent les périodes sèches et les parties au-dessus les périodes humides. (P = hauteur des pluies)

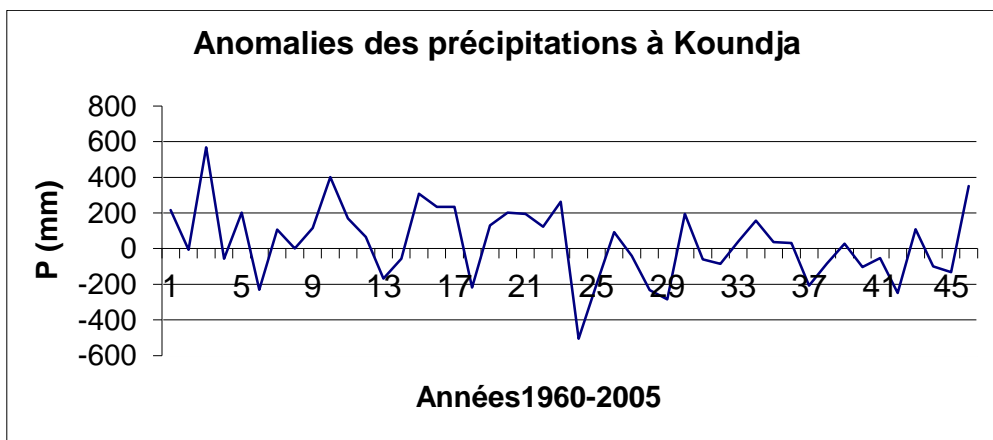


Figure 2 : Evolution des précipitations annuelles à Koundja de 1960-2005. Les parties de la courbe se trouvant au-dessous de la barre de zéro désignent les années sèches

IV-2. Variabilité de la répartition des précipitations

D'une manière globale, l'apport de la saison sèche a varié entre 0 et 14% et celui de la saison des pluies entre 86 et 100% (*Figures 3 et 4*). A Ngaoundéré, l'apport de la saison sèche a connu une hausse entre 1961-1964 ; 1970-1973 et 1985-1988, tandis que celui de la saison humide a enregistré une baisse au cours de ces mêmes années. Durant les périodes allant de 1965-1969 ; 1973-1984 et 1989-2004, l'apport de la saison des pluies a été amélioré au dépens de celui de la saison sèche. A Koundja, l'apport de la saison sèche a connu une légère hausse entre 1962-1964, 1973-1978 et 1980-1983 et celui de la saison humide a été marqué par une baisse proportionnelle. Et pendant les années non citées la pluviométrie de la saison humide s'est renforcée aux dépens de celle de la saison sèche.

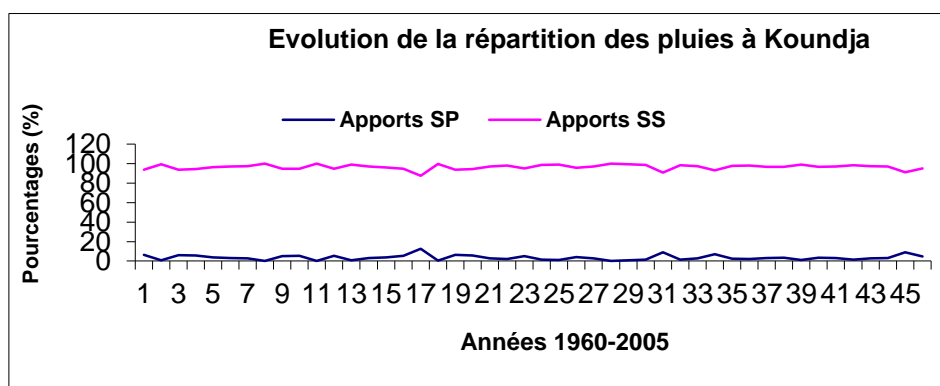


Figure 3 : Evolution de la répartition des précipitations en saison sèche (ss) et en saison des pluies (sp) entre 1960-2005

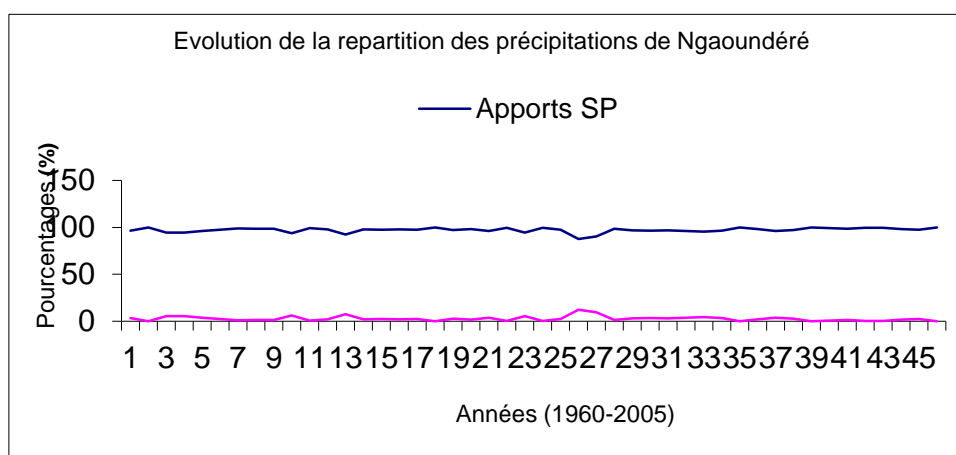


Figure 4 : Evolution de la répartition des précipitations en saison sèche (ss.) et en saison des pluies (sp.) 1960 – 2006

Le rapprochement des *Figures 1 - 3* d'une part et des *Figures 2 - 4* d'autre part permet de constater que pour les deux stations, les forts apports de la saison sèche correspondant aux années trop déficitaires, exceptées les cinq premières années de nos séries pluviométriques. Il en ressort que entre 1970 et 1990, les années déficitaires ont été caractérisées par un étalement des précipitations sur toute l'année. Au cours de ces années déficitaires, les précipitations durant la saison humide ont baissé. Mais au cours de 16 dernières années qui sont aussi déficitaires, l'apport de la saison sèche a considérablement chuté. Cette dernière période est marquée par une diminution de la longueur de la saison humide. Cette variabilité d'une année sur l'autre du cumul annuel des précipitations et l'apport des saisons nous ont conduits à la construction des courbes de précipitations annuelles et faire une typologie de la répartition. Cette méthode est inspirée de [11].

IV-3. Typologie des régimes pluviométriques

En fonction de la forme des courbes et surtout du nombre des pics qu'elles comprennent et de la hauteur des pluies recueillies, nous avons distingué trois types de répartitions (régimes) des précipitations.

IV-3-1. Répartition unimodale

La répartition unimodale se caractérise par un seul pic. Elle représente 19,5% des cas à Koundja et 48% à Ngaoundéré dont 66,6% et 55% ont été respectivement enregistrés au cours des décennies 1980 et 1990. Au sein des formes unimodales, nous avons remarqué deux nuances :

IV-3-1-1. Groupe typique sahélienne

Ce type est constitué des courbes à base large et sommet effilé. Il résulte des précipitations qui commencent tard en mars et augmentent progressivement pour atteindre l'optimum entre juillet et août (350 à 400 mm), puis rechutent graduellement pour atteindre de nouveau la valeur zéro en décembre (*Figure 5 a*). Cette mode de répartition constitue 44% des unimodales pour la station de Koundja et 57% pour la station de Ngaoundéré.

IV-3-1-2. Groupe des courbes escarpées

Contrairement à la précédente, la présente catégorie se distingue par un démarrage brusque des pluies suivi d'une accalmie qui précède un envol tout aussi brusque pour atteindre le maximum en août avant de rechuter progressivement comme dans le groupe sahélien (*Figure 5a*).

Ce groupe représente 66% des unimodales pour la station de Koundja et 43% à Ngaoundéré. Les années à régime unimodal sont déficitaires dans 95% de cas déficitaires à Koundja contre 53% seulement à Ngaoundéré.

IV-3-2. La répartition bimodale

Elle se caractérise par deux pics différenciés séparés par une chute plus ou moins prononcée. Ici, également, nous distinguons deux groupes :

IV-3-2-1. Le type équatorial classique

Ce type qui représente 33,3% des bimodales à Koundja n'a pas été enregistré à Ngaoundéré. Il se caractérise par 4 saisons dont deux saisons sèches et deux sont pluvieuses :

- une grande saison sèche allant de novembre en février,
- une petite saison des pluies de mars à juin
- une petite phase sèche d'un mois en juin
- une grande saison humide qui s'étend de mois d'avril jusqu'en octobre

(*Figure 5c*).

IV-3-2-2. Type bimodal simple

Comme le cas précédent des bimodales, deux pics sont constatés, mais à la différence de celles-ci, ces pics appartiennent à une même saison. Le fléchissement de courte durée observé entre juin et juillet ne correspond nullement à une saison sèche. Seulement son amplitude d'environ 200 mm paraît sèche par rapport à celles des mois qui le bornent (*Figure 5d*). Ce type constitue 66,6% des bimodales à Koundja et 100% de cas à Ngaoundéré. Les courbes bimodales tout comme les unimodales caractérisent les années déficitaires. 72% des cas à Koundja et 63% à Ngaoundéré ont connu une précipitation inférieure à la normale et, 47% et 41% des cas respectivement à Koundja et à Ngaoundéré ont été recueillis entre 1960-1980.

IV-3-3. Répartition complexe

Selon leur forme, nous avons subdivisé les formes complexes en trois familles.

IV-3-3-1. La première famille

Elle est remarquable par ses trois modes en forme « des dents de scie » et la hauteur des pics qui surviennent en mai, juillet et octobre dépasse légèrement 200 mm (*Figure 5e*). Elle représente 40% des formes complexes à Koundja et 10% à Ngaoundéré.

IV-3-3-2. La deuxième famille

Toujours à trois modes, mais les pics n'ont pas les mêmes amplitudes. Le pic médian en juillet frôle la barre de 400mm et les deux autres pics enregistrés en mai et octobre atteignent difficilement 130 mm (*Figure 5f*). Elle représente 40% des formes complexes à Koundja et 20% à Ngaoundéré.

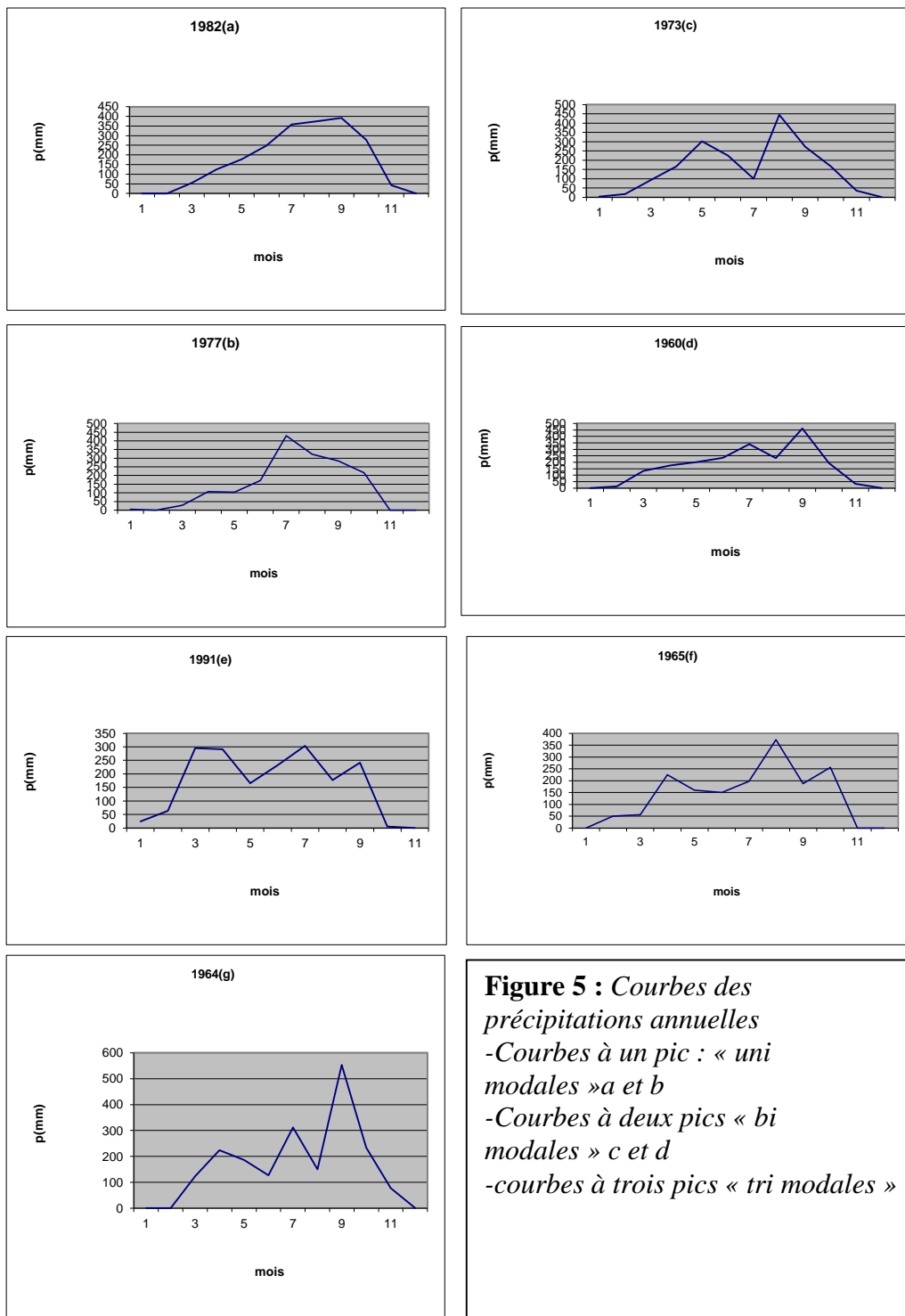
IV-3-3-3. La troisième famille

Elle comprend 3 modes comme les précédentes. Mais ici, le dernier pic entre les mois d'août et de septembre est le plus haut avec une amplitude d'environ 450mm (*Figure 5g*). Cette famille est la moins représentative des formes complexes à Koundja avec une proportion de 20% mais à Ngaoundéré elle la représenté avec 70%. Les années à régime complexe sont généralement excédentaires avec 60% de cas à Koundja et 67% des cas à Ngaoundéré. Elles ont été enregistrées plus entre 1960-1980 (44% à Koundja et 57% à Ngaoundéré).

Tableau 2 : Typologie de la répartition

Décennies/ formes	unimodales	unimodales	bimodales	bimodales	complexes	complexes
Sites	Koundja	Ngaoundéré	Koundja	Ngaoundéré	Koundja	Ngaoundéré
1960	1	3	2	5	7	2
1970	1	4	3	4	6	2
1980	3	6	2	3	5	1
1990	3	5	1	4	6	1
2000	1	2	4	3	1	1

Ces différents modes de répartitions des précipitations et les fluctuations précédemment mises en évidence sont-elles en relation avec les anomalies de la circulation océanique ?



IV-4. L'influence des phénomènes atmosphérique et océanique sur la pluviométrie de Koundja et de Ngaoundéré

IV-4-1. El Nino et précipitations

Si l'on se réfère aux simples corrélations, le lien entre El Nino et les hauteurs des précipitations annuelles de Koundja et de Ngaoundéré paraît très faible ($r = 0,11$ pour Ngaoundéré et $r = 0,08$ pour Koundja). Cependant, le rapport entre El Nino et les quantités de précipitations devient considérable quand on s'intéresse à la pluviométrie des années ayant connu cet épisode sans faire référence à son intensité. Ainsi, à Koundja, 52% des années El Nino ont été sèches contre 42% à Ngaoundéré. S'agissant des années suivantes, El Nino, 52% ont été sèches à Ngaoundéré et 42% à Koundja. A partir de 1983, 80% des années El Nino ont été déficitaires à Ngaoundéré contre 60% seulement à Koundja. Ces proportions ont été maintenues au cours des années suivant El Nino. En plus du cumul annuel, El Nino affecte aussi la répartition. En effet, 57,1% des années El Nino ont été plurimodales et déficitaires. Ainsi, on peut attribuer à ce phénomène les déficits des précipitations enregistrés au cours de ces années d'habitude excédentaires. Ce phénomène que nous venons de voir n'est pas le seul qui agit sur la pluviométrie. La variabilité des températures de la surface de l'Atlantique peut aussi l'affecter.

Tableau 3 : Ecarts par rapport à la normale des précipitations annuelles pendant et après l'épisode El Nino

Année El Nino	Koundja		Ngaoundéré	
	Ecarts des années El- Nino	Ecarts des années suivant El- Nino	Ecarts des années El- Nino	Ecarts des années suivant El- Nino
Excédentaires	07	06	08	06
Déficitaires	09	10	08	10

IV-4-2. Anomalies de température de l'Atlantique Nord et précipitation

L'analyse du **Tableau 5** montre que la variabilité de la température de l'Atlantique Nord agit sur les précipitations de Koundja et de Ngaoundéré. En effet, la corrélation entre la température de la surface de cet océan et le cumul annuel des stations météo de Ngaoundéré et de Koundja d'abord moins mentionnable au cours des années 1960-1970 devient significatif durant les deux dernières décennies (**Tableau 4**).

Tableau 4 : *Corrélation entre température de l'Atlantique Nord et cumul annuel des précipitations*

décennies	Ngaoundéré	Koundja
1960-1970	0,02	0,23
1970-1980	- 0,15	- 0,22
1980-1990	- 0,49	- 0,54
1990-2000	- 0,52	0,19
1960-2000	- 0,39	0,05

L'examen du **Tableau 5** de correspondance entre ces deux facteurs révèle que la baisse de la température de l'Atlantique nord observée entre 1960 et 1979 s'est accompagnée d'une hausse de la pluviométrie de la région de Koundja et de Ngaoundéré. Cette hausse a été suivie à partir de 1980 par une période sèche (pour Koundja et Ngaoundéré). Ainsi, pour ce qui est du cumul annuel, on peut dire que le refroidissement de l'Atlantique nord entraîne une augmentation des précipitations dans la région de Koundja et de Ngaoundéré, et son réchauffement provoque la diminution des précipitations. Nous allons revenir dans nos prochaines études pour traiter ce problème à l'échelle fine et mettre en évidence les seuils à partir desquels s'opère le changement.

Tableau 5 : *Correspondance T°- Précipitations*

	1960	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
Koundja	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Ngaoundéré	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+
T°	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
Koundja	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+
Ngaoundéré	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
T°	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+

V- DISCUSSION

Les travaux effectués par [5] sur les hauts plateaux du Cameroun démontrent que le système climatique est complexe et nécessite une approche globale des phénomènes. Comment comprendre les rapports qui existent entre les anomalies des précipitations et la variabilité des températures à la surface des océans et expliquer les formes de variabilité des précipitations au Cameroun ? En étudiant sur la période 1895 à 2006, [6] font référence aux perturbations des phénomènes El Nino et La Nina comme l'une des causes de la variation du climat observée à Yaoundé au Cameroun. Il ressort aussi que Ngaoundéré et de Koundja ont connu une pluviométrie excédentaire entre 1960-1980. Cette phase d'abondances n'a pas été perturbée par les sécheresses intervenues durant les années 1970-1973, déficitaires tant au Sahel que dans les zones non sahéliennes de l'Afrique de l'Ouest et du Centre [1]. Comme c'est le cas dans toute l'Afrique centrale et de l'ouest non sahélienne, avec une décennie 1980 à 1990 déficitaire, mais de tendance améliorative à partir de 1990, surtout dans la plaine de la Bénoué.

Au cours des années très humides, les précipitations sont étalées sur toute l'année, avec un apport de la saison sèche plus renforcé. Mais, à partir de 1990 cette hausse résulterait de la baisse significative des quantités de précipitations annuelles, qui se remarque par l'apport de la saison humide qui diminue progressivement aux dépens de la saison sèche. La relation directe entre El Nino et anomalie des précipitations n'est pas aisée à démontrer par des calculs linéaires (les corrélations étant très faibles) comme le montre [7]. Cependant, l'analyse des écarts à la normale des cumuls de précipitations des années El-Nino montre que le lien dynamique entre ces deux variables est réel. En plus de la pluviométrie annuelle, le phénomène El Nino se ressent aussi sur la répartition spatiale des précipitations. Le régime complexe caractéristique des années humides ne l'est pas au cours des années El Nino.

Le rapport entre évolution de la température de l'Atlantique Nord et précipitations d'abord faible (corrélation satisfaisante selon la décennie), il devient considérable quand on s'intéresse seulement aux valeurs centrales. En effet, la baisse de la température de la surface de l'Atlantique Nord se suit d'une hausse des précipitations. Cette augmentation provoque souvent une baisse de la pluviométrie comme l'ont constaté [8] dans le cas de la Côte d'Ivoire. Par ailleurs, aux anomalies positives de la température de l'Atlantique correspondent très souvent des anomalies négatives des précipitations dans les régions de Ngaoundéré et de Koundja. Ce constat pourrait être expliqué par le fait que l'augmentation de la température entraîne une baisse de la pression au centre des anticyclones [10].

S'agissant de l'atlantique Nord, la hausse entraînerait un déplacement de l'anticyclone des Açores. Ce déplacement affecte très souvent les mouvements méridiens du front intertropical qui déterminent les saisons en Afrique centrale et de l'Ouest comme le démontre [9]

VI - CONCLUSION

Ngaoundéré et Koundja présente une pluviométrie fortement variable sur la période de l'étude. Trois différentes phases sont observables à savoir une phase excédentaire entre 1960-1980, et seconde phase déficitaire 1980 à 1990, et une troisième phase excédentaire à partir de 1990, observée surtout dans la plaine de la Bénoué. La forte variation du climat observé dans ces zones serait en partie justifiée par les perturbations recensées au nord de l'atlantique, dont les mouvements réguliers des masses d'air atteignent facilement le Cameroun tout entier provoquant d'importantes perturbations. C'est ainsi que le refroidissement de l'Atlantique nord entraîne une augmentation des précipitations dans la région de Koundja et de Ngaoundéré, et son réchauffement provoque la diminution des précipitations. En plus du cumul annuel, El Nino affecte la répartition, puisque plus de la moitié des années El Nino ont été plurimodales et déficitaires à Koundja et de Ngaoundéré. Ce phénomène agit au même titre que d'autres phénomènes tels que la variabilité des températures de la surface de l'Atlantique.

RÉFÉRENCES

- [1] - J. E. PATUREL, *Etude de séries pluviométriques de longue durée en Afrique de l'Ouest et du centre non sahélienne*. XI^e Journées hydrologiques de l'ORSTOM, Montpellier, (1996), 10-11
- [2] - M. TSALEFAC, Variabilité climatique, crise économique et dynamique des structures agraire dans les hautes terres l'Ouest. Thèse d'Etat de l'Université de Yaoundé I. (1999), 474 p.
- [3] - J. B. SUCHEL, *Les climats du Cameroun*. Thèse d'Etat de l'Université de Saint- Etienne. (1988), 1200 p.
- [4] - GWANFOGBE, *Géographie du Cameroun*. Paris, Edicef, nouvelle édition, (1987), 119 p.
- [5] - J. A. AMOUGOU, R A S. BATHA, Dynamique spatio-temporelle des précipitations 1960 à 2010 et essai d'élaboration d'un calendrier agricole dans la zone des hauts plateaux du Cameroun. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 23 (2014) 153 - 177 153 ISSN 1813-3290.

- [6] - S. A. ABOSSOLO, J. A. AMOUGOU, M. TCHINDJANG, M. S. MENA, R. A. S. BATHA Analyse des précipitations annuelles à la station de Yaoundé de 1895 à 2006. AS-1028, (2015).
- [7] - A. A. ASSANI. *Variabilité temporelle et persistance des épisodes secs en saison des pluies à Lubumbashi (Congo Kinshasa)*. Sècheresse, 10(1) (1999), 45-53.
- [8] - BIROT, *Facteurs de variabilité des précipitations en Côte d'Ivoire et relation avec certaines modifications de l'environnement*. Sècheresse 16 (1) (2005) pp 5-1.
- [9] - K. E. TRENBERTH, *The definition of El- Nino*. Bull Am Meteo So 78 (1997) 2771-7.
- [10] - P. HIERNAUX, H. N. HOUEROU. *Les parcours du Sahel*. Sècheresse, 17 (1-2), (2006) 51-71.
- [11] - P. ROGNON Sècheresse et aridité : leur impact sur la désertification au Maghreb. Sècheresse 7(1996), 287-297 pp.