

Caractérisation de la fluctuation pluviométrique de la Guinée à l'aide de l'indice standardisé de la précipitation (SPI)

Siba HABA^{1*}, Zoumana BAMBA², Idrissa DIABY¹ et Tambada MANSARE²

¹ *Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, Faculté des sciences, Département de physique, Laboratoire d'Enseignement et de Recherche en Energétique Appliquée (LEREA), BP 1147, Conakry, République de Guinée*

² *Centre de Recherche Scientifique de Conakry Rogbane (CERESCOR), BP 1615, Conakry, République de Guinée*

(Reçu le 05 Octobre 2021 ; Accepté le 22 Décembre 2022)

* Correspondance, courriel : haba.siba44@gmail.com

Résumé

La région de l'Afrique sub-saharienne est sans conteste la région au monde qui a connu dans son ensemble la plus forte diminution de précipitations durant les dernières décennies. Comme d'autres pays de la sous-région, la Guinée est l'un des pays qui ont connu ces fluctuations climatiques. Etablir une tendance sur les précipitations à partir des observations est difficile en raison de leur imprévisibilité. Toutefois, l'analyse des longues séries climatiques reste certainement la méthode la plus sûre. Ce travail a pour but d'établir la variation saisonnière de la pluviométrie sur l'étendue du territoire guinéen tout en observant le niveau de sécheresse dans chaque région naturelle. Les résultats obtenus ont révélé que la Guinée a connu des fortes anomalies pluviométriques le long de la période d'étude qui sont entre autres des séquences d'humidité modérée et de sécheresse modérée. L'étude de l'indice standardisé de la pluviométrie montre que les catégories climatiques les plus fréquentes sont celles du climat humide léger et de sécheresse légère, il reste à savoir quelles sont les causes de ces risques hydro climatiques. Selon les calculs de SPI, le nombre de sécheresses est largement plus important sur la période 2001 à 2017 que sur les autres périodes.

Mots-clés : *variabilité, pluviométrie, indice, précipitation, la corrélation, l'humidité, la sécheresse.*

Abstract

Characterization of Guinea's rainfall fluctuation using the standardized precipitation index (spi)

The region of sub-Saharan Africa is unquestionably the region in the world which as a whole has experienced the greatest decrease in rainfall in recent decades. Like other countries in the sub-region, Guinea is one of the countries that have experienced these climatic fluctuations. Establishing a precipitation trend from observations is difficult because of their unpredictability. However, the analysis of long climatic series certainly remains the safest method. This work aims to establish the seasonal variation of rainfall over the Guinean territory while observing the level of drought in each natural region. The results obtained revealed that Guinea experienced strong rainfall anomalies along the study period which are, among other things, sequences of moderate humidity and moderate drought. The study of the standardized rainfall index shows

that the most frequent climatic categories are those of light humid climate and light drought, it remains to know what are the causes of these hydro-climatic risks. According to SPI calculations, the number of droughts is much higher over the period 2001 to 2017 than in other periods.

Keywords : *variability, rainfall, index, precipitation, correlation, humidity, drought.*

1. Introduction

L'évolution climatique des dernières décennies a déjà fait l'objet de nombreuses études notamment en zone sahélienne [1] mais aussi plus au sud en Afrique de l'Ouest non sahélienne [2]. Toutes ces études ont validé l'hypothèse d'une baisse sensible des ressources en eau à partir du début des années 1970, Des travaux sont menés par ailleurs pour tenter de comprendre quels sont les mécanismes qui sont à la base de cette variabilité climatique [3]. Certains scénarios des changements planétaires indiquent que l'occurrence et l'impact des sécheresses risquent d'augmenter dans les années à venir [4]. Dans un tel contexte climatique, il est indispensable d'analyser les séquences de sécheresse météorologique en vue de proposer aux populations des mesures d'atténuation ou d'adaptation au cas échéant. La sécheresse météorologique s'accompagne en général de précipitations inférieures à la normale et de températures supérieures à la normale Faye, 2017 [5]. Son suivi ou sa surveillance fait appel à bon nombre de méthode dont le plus puissant appliquée d'ailleurs par la plupart des météorologues et climatologues, est l'indice standardisé de précipitation (SPI). L'indice SPI (Mc Kee et al., 1993, 1995) est à la fois puissant, souple d'utilisation et simple à calculer [6]. Pour surveiller la sécheresse et voir les impacts du déficit hydro pluviométrique sur l'environnement, afin de prévenir ou atténuer les dégâts, [7, 8] ont appliqué cette méthode dans des zones différentes. Les résultats obtenus par le programme ICCARE (Identification et Conséquence d'une variabilité du Climat en Afrique de l'Ouest non sahélienne) à partir des traitements statistiques et cartographiques de séries chronologiques de précipitations annuelles s'étendant sur la période 1950-1989 ont déjà été publiés [9]. Ils mettent en évidence une réduction des précipitations qui s'est installée dès les années 1960. Au début de la décennie suivante, cette diminution a été observée très nettement en Guinée, au Libéria, en Sierra Leone, au Mali et au Burkina Faso, s'est amplifiée à l'ouest et dans les régions nord proches du Sahel au cours des années 1980.

Durant la décennie 1980, cette baisse pluviométrique s'est également généralisée à l'est du Golfe de Guinée avec des amplitudes variables au Togo, au Bénin, au Nigeria et en République Centrafricaine se révélant moins affectés par le phénomène. Mais la variabilité du régime pluviométrique n'est pas nécessairement caractérisée par la seule variation des totaux pluviométriques annuels même si le plus souvent celle-ci en reste la manifestation la plus sensible. Cette variabilité peut aussi concerner un changement dans la fréquence des pluies, dans l'amorçage ou l'arrêt des précipitations pendant les saisons humides, ou encore dans la sévérité des saisons sèches. C'est ainsi que des séries chronologiques au rythme du temps annuel porte sur des variables liées au nombre de jours de pluie, des dates de début et de fin des saisons humides. Ces séries ont ensuite été soumises à un certain nombre de tests statistiques uni variés de stationnarité et plus particulièrement de détection de ruptures. Comme d'autres pays de la sous-région, la Guinée n'est pas à l'abri des fluctuations climatiques. Le déficit pluviométrique enregistré au Nord du pays depuis les années 70 et qui persiste encore le prouve à suffisance. Les connaissances scientifiques de base permettront d'établir les liens entre les éléments du climat et les problèmes de ressources en eau contribue à l'amélioration de la santé et de la sécurité alimentaire. L'avantage de l'indice SPI est qu'il porte sur un laps de temps relativement court, et permet de détecter rapidement les situations de sécheresse. Pour le calculer, il faut disposer idéalement de relevés mensuels s'étalant sur au moins 20 à 30 ans, mais de préférence sur 50 à 60 ans, ce qui constitue la période optimale [10]. La principale limite du SPI est qu'il ne permet de quantifier que le déficit de précipitations car les données sont basées sur des relevés mensuels de précipitations. Face à cette contrainte

ou limite du SPI, [11] ont trouvé la solution en prenant en compte la température dans les calculs du nouvel indice qu'ils nomment indice de précipitation et d'évapotranspiration standardisé (SPEI). Mathématiquement, le SPEI est similaire au SPI, mais il incorpore des données de températures pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle. Par conséquent, il combine la sensibilité au changement de la demande d'évapotranspiration (causé par les fluctuations et les tendances de la température de l'air) avec la nature multi temporelle du SPI [12]. Dans ce contexte climatique variable et instable, la présente étude s'est fixée pour objectif d'analyser les fluctuations pluviométriques à l'échelle tri décennale afin de mieux comprendre l'évolution du climat et ses conséquences et de définir des stratégies d'adaptation.

2. Matériel et méthode

Les approches méthodologiques développées concernent la collecte, le traitement et l'analyse des données climatiques. Elles s'appuient sur les méthodes d'observation directe et recherche documentaire.

2-1. Présentation de la zone d'étude

2-1-1. Situation géographique de la Guinée

La Guinée est un pays côtier de l'Afrique de l'Ouest. Elle est située entre 7°05' et 12°51' de latitude Nord et 7°30' et 15°10' de longitude Ouest. Elle est limitée au Sud-Est par la Côte d'Ivoire et au Nord-Est par le Mali, au Sud par le Libéria et la Sierra Leone, à l'Ouest par l'Océan Atlantique et au Nord-ouest par la Guinée Bissau et au Nord par le Sénégal. Ce territoire couvre une superficie de 245.857 km². En juillet 2014, la population était de 11 474 383 habitants soit une densité moyenne de : 38,5 hab./km² habitants au km² (estimation. Sur la base d'un taux de croissance démographique estimé à 2,63 %. Le produit intérieur brut (PIB) par habitant en est de 527,26 USD (2013) [13]. La Guinée comprend quatre Régions naturelles : la Guinée Maritime ou Basse Guinée, la Moyenne Guinée, la Haute Guinée et la Guinée Forestière. Ces régions naturelles correspondent chacune à un type de climat avec des particularités de température, de pluviométrie, de sol, de faune, de flore et de relief. Le réseau hydrographique est inégalement réparti entre ces quatre zones. Ces régions naturelles ont l'avantage de présenter des caractéristiques climatiques, hydrologiques et écologiques bien différentes. Qualifiée de château d'eau de l'Afrique de l'Ouest, la Guinée est un pays montagneux, très accidenté et abondamment arrosé. Le territoire a un vaste bassin hydrographique d'où prennent leurs sources les plus grands fleuves de l'Afrique de l'Ouest (Sénégal, Gambie, Niger).

2-2. Données

Les données pluviométriques utilisées résultent des moyennes de pluie annuelle sur une période de 30 ans (de 1971 - 2000) pour les 12 (douze) stations synoptiques couvrant le territoire national lissées à $n = 3$ pour diminuer les distorsions. Les stations synoptiques de : Conakry, Boké, Kindia, Faranah, Siguiri, Koundara, Kissidougou, Macenta Labé, Kankan, Nzérékoré et Mamou représentatives des zones climatiques des quatre régions naturelles du pays ont été sélectionnées pour décrire la variabilité des deux principaux éléments du climat.



Carte des stations synoptiques de la Guinée

2-3. Méthode de calcul de l'indice SPI

L'Indice Standardisé de Précipitation (SPI) basé sur des calculs statistiques des précipitations pendant une longue période a été développé en 1993 par [14] de l'Université de l'Etat du Colorado, pour la détermination des déficits pluviométriques pour une période donnée. C'est un indice à la fois puissant, souple d'utilisation et simple à calculer. Les données sur les précipitations constituent en fait le seul paramètre requis. En outre, l'indice SPI se révèle tout aussi efficace pour analyser les périodes humides que les périodes sèches. En outre, l'indice SPI se révèle tout aussi efficace pour analyser les périodes ou cycles humides que les périodes ou cycles secs. Cet indice est calculé par la **Formule** suivante :

$$SPI = \frac{P_i - P_{moy}}{\sigma_i} \quad (1)$$

où, P_i est la pluie de l'année i , P_{moy} la pluie moyenne interannuelle, σ_i l'écart-type de la série des cumuls saisonniers

Les valeurs positives de l'indice SPI indiquent des précipitations supérieures à la médiane alors que les valeurs négatives indiquent des précipitations inférieures à la médiane. Étant donné que l'indice est normalisé, il est possible de représenter de la même manière les climats humides et arides ; ainsi est-il possible aussi, grâce à cet indice SPI, d'assurer une surveillance des périodes humides et leur fréquence de répétition.

Tableau 1 : Probabilité d'occurrence des catégories climatique [6]

SPI	Catégorie	Nombre de fois sur 100	Fréquence
De 0 à 0,99	Légère sécheresse	33	1 fois tous les trois ans
De -1,00 à -1,49	Sécheresse modérée	10	2 fois tous les 10 ans
De -1,5 à -1,99	Grande sécheresse	5	3 fois tous les 20 ans
< -2	Sécheresse extrême	2	4 fois tous les 50 ans

La classification adoptée par l'Organisation Mondiale de la Météorologie où sept classes de sécheresse sont distinguées, variant de l'extrêmement sèche à l'extrêmement humide, peuvent être distinguées.

Tableau 2 : Classification de la sécheresse selon SPI (OMM)

Classes du SPI	Degré de sécheresse
$SPI > 2$	Humidité extrême
$1 < SPI < 2$	Humidité forte
$0 < SPI < 1$	Humidité modérée
$-1 < SPI < 0$	Sècheresse modérée
$-2 < SPI < -1$	Sècheresse forte
$SPI < -2$	Sècheresse extrême

Cet indice définit la sévérité de la sécheresse en différentes classes (Tableau 1). Les valeurs annuelles négatives indiquent une sécheresse par rapport à la période de référence choisie et les positives une situation humide.

3. Résultats et discussion

L'analyse de la fluctuation pluviométrique de la Guinée à partir de l'indice standardisé des précipitations de chaque station météorologique s'établit ici sur 30 ans. Le calcul de l'Indice Standardisé des Précipitations à l'échelle annuelle pour les 12 stations au cours de la période (1989 - 2017), nous indique que les grandes anomalies positives de précipitations sont comprises entre 1,13 à 1,77 pour la station de Conakry ; 1,13 à 2,89 pour la station de Boké ; 1,09 à 2,86 pour la station de Kindia ; 1,02 à 2,26 pour la station de Faranah ; 1,23 à 2,52 pour la station de Kankan ; 1,13 à 1,98 pour la station de Siguiri ; 1,18 à 2,81 pour la station de Kissidougou ; 1,11 à 1,42 pour la station de Koundara, 1,08 à 2,51 pour la station de Labé, 1,14 à 2,49 pour la station de Mamou, 1,02 à 1,72 pour la station de Macenta, 1,15 à 1,92 pour la station de Nzérékoré les épisodes humides détectés pour les 12 stations ont été qualifiés extrêmement humide et d'fortement humide en termes d'intensité (Tableau 4).

- ✓ Les anomalies positives les plus remarquables par leur intensité ont été celle des années :
 - 1990 avec des précipitations très intenses de 1770,1 mm et un SPI de + 2,04
 - 1994 avec des précipitations très intenses de 2614,4 mm et un SPI de +2,81 ; 2184,7 et un SPI de +2,49 à Mamou.
 - 2012 avec des précipitations très intenses de 2990,8 mm et un SPI de +2,89 à Boké, 2450,8 mm et un SPI de + 2,86 à Kindia et 1937,4 mm et un SPI de +2,26 à Faranah et 1983,1 mm et un SPI de 2,52 à Kankan.

Tableau 3 : Indices Standardisés de Précipitation (SPI) positifs au niveau des stations synoptiques

Conakry		Boké		Kindia		Faranah		Kankan		Siguiri	
An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI
1994	+ 1,58	1992	+ 1,27	1999	+ 1,31	1994	+ 1,88	1992	+ 1,48	1993	+ 1,13
2006	+ 1,77	1994	+ 1,83	2010	+ 1,09	2012	+ 2,26	2000	+ 1,23		
2010	+ 1,65	1996	+ 1,15	2012	+ 2,86	2013	+ 1,02	2012	+ 2,52	2012	+ 1,98
20016	+ 1,13	2012	+ 2,89	2014	+ 1,24	2018	+ 1,34	2013	+ 1,29		
				2017	+ 1,95			2015	+ 1,27		
Kissidougou		Koundara		Labé		Mamou		Macenta		Nzérékoré	
An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI
1994	+ 2,81	1992	+ 1,15	1990	+ 2,04	1994	+ 2,49	1990	+ 1,72	1989	+ 1,79
2007	+ 1,18		1993	+ 1,11	2009	+ 1,77	2012	+ 1,70	1994	+ 1,34	1990
2012	+ 1,28	2002	+ 1,42	2011	+ 1,8	2014	+ 1,53	2003	+ 1,13	1995	+ 1,27
2014	+ 1,67		2015	+ 2,51	2016	+ 1,14	2016	+ 1,14	2011	+ 1,13	2012
						2017	+ 1,94	2016	+ 1,02	2015	+ 1,41
										2016	+ 1,49

- ✓ Les anomalies négatives les plus remarquables par leur intensité ont été celle des années :
- 1999 avec des précipitations très faibles de 18.4 mm et un SPI de -4,32
 - 2001 avec des précipitations très faibles de 1081.1mm et un SPI de -2,61
 - 2002 avec des précipitations très faibles de 2403.4 et un SPI de -2,44

Au niveau de toutes les stations synoptiques, ces valeurs sont représentées graphiquement dans la **Figure 5**

Tableau 4 : Indices Standardisés de Précipitation (SPI) négatifs au niveau des stations synoptiques

Conakry		Boké		Kindia		Faranah		Kankan		Siguiri	
An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI
2002	-2,44	1988	-1,49	1989	-1,24	2002	-1,32	2001	-1,06	1999	-4,22
2005	-1,96	1995	-1,53	1995	-1,05	2003	-1,20	2002	-1,57	2011	-1,04
2011	-1,43	2001	-1,75	1998	-1,28	2006	-1,86	2006	-1,89		
		2014	-1,15	2008	-1,38	2008	-2,07				
			-1,06	2011	-1,03						
Kissidougou		Koundara		Labé		Mamou		Macenta		Nzérékoré	
An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI	An.	SPI
		1991	-1,18					1995	-1,87	1991	-1,41
1989	-1,34	1995	-1,96			1990	-1,04	2005	-1,49	1997	-1,11
1995	-1,16	1996	-1,27			1998	-1,34	2007	-1,99	1998	-1,71
1998	-1,55	1997	-1,11	2001	-2,61	2005	-1,34	2008	-1,11	2000	-1,79
2006	-1,37	2009	-1,03	2002	-1,56	2009	-1,51	2009	-1,22	2001	-1,15
2008	-1,25	2011	-1,11			2015	-1,22	2013	-1,73	2004	-1,13
		2016	1,49					2018	-1,33		-1,51

3-1. Étude graphique

De l'analyse de ces représentations, il faut signaler que si l'on considère la série de 30 années dans son ensemble on constate que :

- A la station de Conakry, Kissidougou et Macenta on constate que la période humide prédomine durant la première décennie dont la moyenne du pic est atteint en 1994, puis cette période est suivie d'une rareté de pluie dont la plus faible pendant la deuxième ensuite la période humide et sèche se succèdent pendant la troisième décennie, au niveau de ces trois stations on remarque une fluctuation entre les deux périodes (humide et sèche)
- Les stations de Koundara et Siguiri se caractérisent par une faible pluviosité durant cette période.
- Au niveau de toutes les autres stations, la première décennie caractérisée par une pluviométrie de plus en plus élevée, puis est suivie une période sèche qui laisse la place finalement à une progression lente de la pluviométrie pendant la dernière décennie.

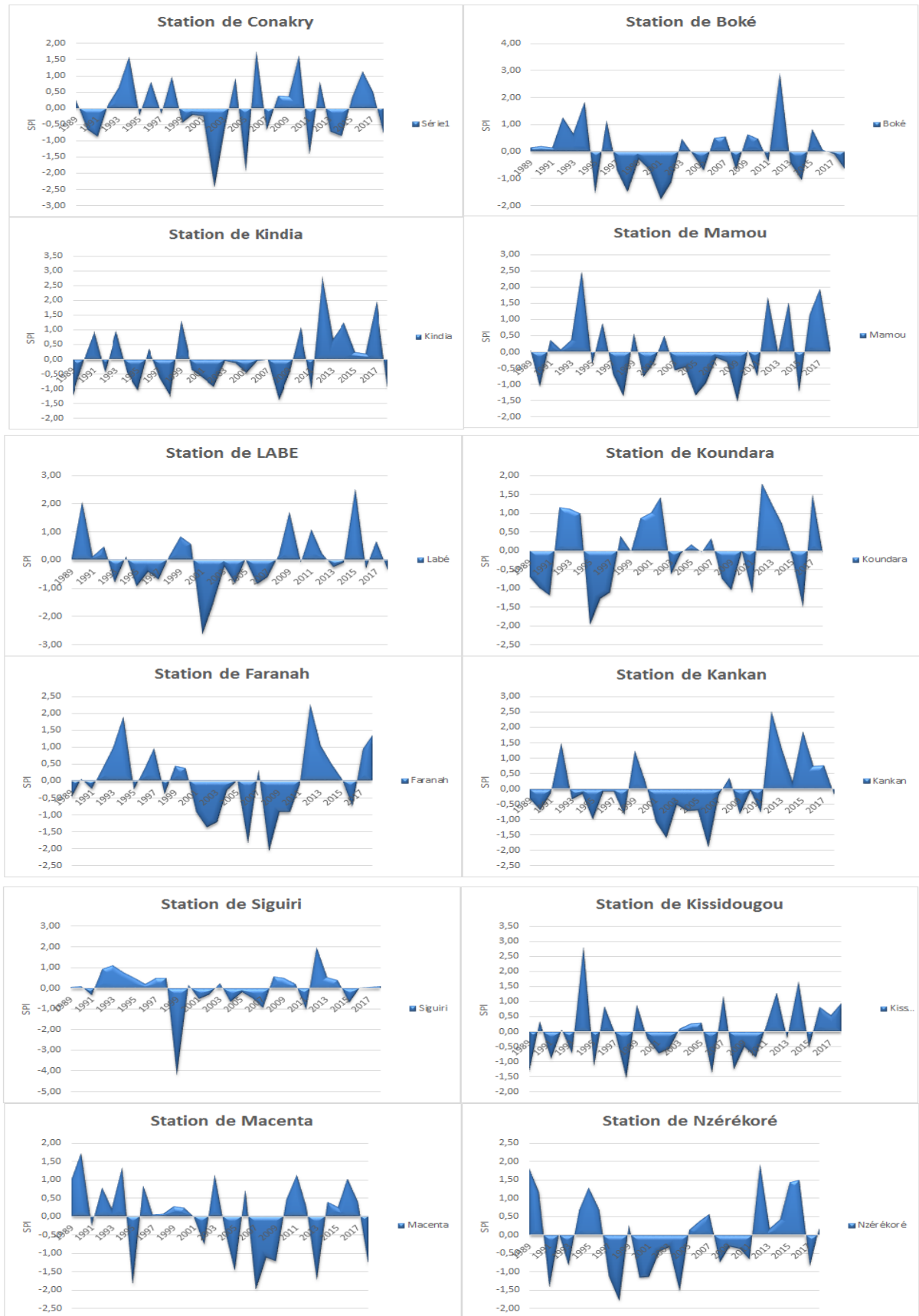


Figure 1 : Courbe représentative des SPI pour chaque station

De l'analyse des tableaux 5-9, il faut signaler que pendant la période d'étude, la Guinée a connu 18 années de sécheresse modérée, 10 années d'humidité modérée et 2 années d'humidité forte. On constate que les périodes pluvieuses ont une intensité plus faibles et une fréquence plus réduite par rapport à celle de la sécheresse.

3-2. Indice standard de la pluviométrie annuelle de 1989 - 2018

En vue de l'homogénéisation spatiale, une moyenne des valeurs annuelles de SPI a été réalisée pour les 12 stations sur la période de 30 ans (1989 - 2018), en obtenant une seule valeur SPI moyenne pour toutes les stations et pour chaque année. Ce calcul nous a permis de remarquer que la période d'étude pouvait être divisée en trois décennies : Les courbes représentatives des SPI annuels pendant les 30 ans (1989 - 2018) nous permet de diviser l'évolution pluviométrique en trois parties décennales. Dans la figure 12 on constate une pluviométrie élevée dont le maximum est atteint en 1994 pendant la première décennie (1989 - 1998), après on assiste à une baisse de la pluviosité durant les dix années suivantes (1999 - 2008) dont la plus faible valeur est observée en 1984, enfin suit une augmentation légère de la pluviométrie au cours de la dernière décennie (2009 - 2018) où on observe la plus grande quantité de pluie au cours des 30 ans en 2002. L'examen de la Figure 1 montre une variabilité des indices pluviométriques sur trois grandes périodes. La période allant de 1989 à 1995 est caractérisée globalement par des anomalies positives, ce qui traduit une période globalement humide. Alors que la période de 1995 à 2011 est caractérisée par des anomalies globalement négatives (période globalement sèche) enfin, la période allant de 2011 à 2018 caractérisé par des anomalies positives est fortement humide. Cela permet de conclure que durant la période d'étude on constate une succession des périodes humides et des périodes sèches. Mais la tendance générale d'évolution de la pluviométrie annuelle moyenne est à la baisse sur toute la période de 1961 à 2016. L'année 1994, avec le record absolu du pays de 4419,8 mm à Conakry et 2184,7 mm à Mamou et les années 2012 pour les autres stations sont remarquables.

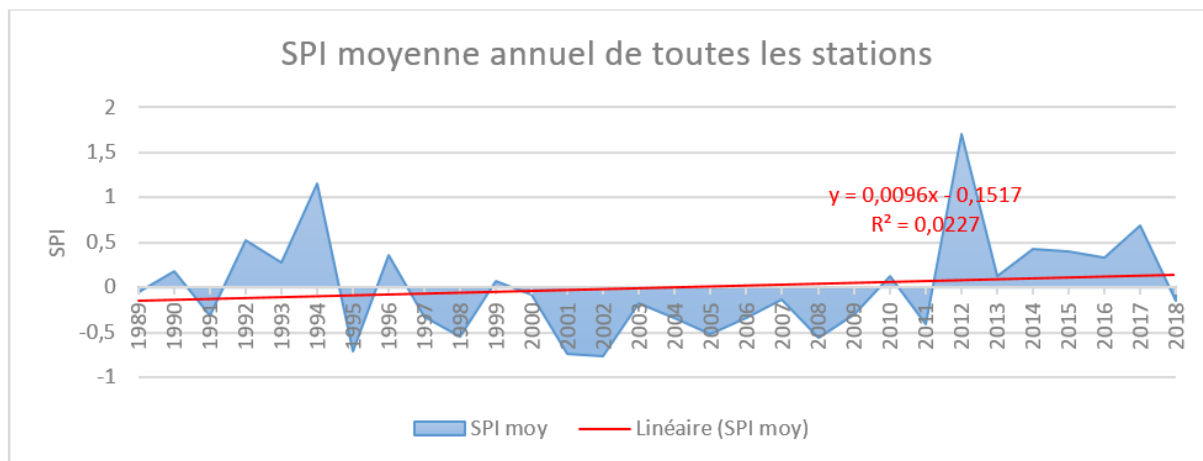


Figure 2 : Courbe représentative des SPI moyenne annuel

3-3. Analyse décennale de la pluviométrie des 12 stations synoptiques

Cette analyse nous permet d'avoir ma tendance des pluies pendant 10 ans

- De 1989 jusqu'à 1998 on remarque des années modérément sèches qui prédominent suivies d'humidité modérée qui comparativement au nombre d'année se rapproche de celui de la sécheresse modérée, pendant cette année, le record est atteint en 1994 avec une humidité forte.

Tableau 5 : Indices standardisés de précipitations de la décennie 1989 à 1998

Années	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
SPI	-0,06	0,178	-0,31	0,52	0,28	1,16	-0,71	0,36	-0,32	-0,55
Degrés	SM	HM	SM	HM	HM	HF	SM	HM	SM	SM

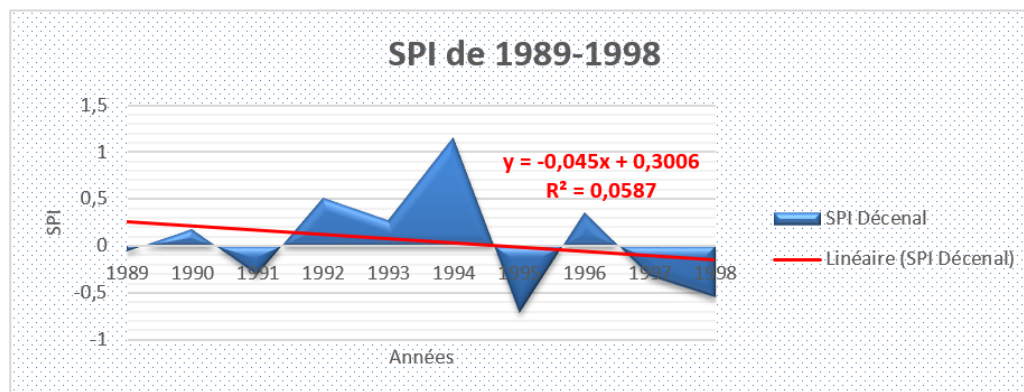


Figure 3 : Courbe représentative des SPI pour la première décennie

• De 1999 à 2008, les résultats montrent des années modérément sèches

Pour cette décennie, la sécheresse modérée est presque établie sur toutes les 9 années et la première année est modérément humide. Indices Standardisés de Précipitations de la décennie 1999 à 2008

Tableau 6 : Indices Standardisés de Précipitations de la décennie 1999 à 2008

Années	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
SPI	0,07	-0,08	-0,75	-0,77	-0,18	-0,33	-0,52	-0,34	-0,14	-0,56
Degrés	HM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM	SM

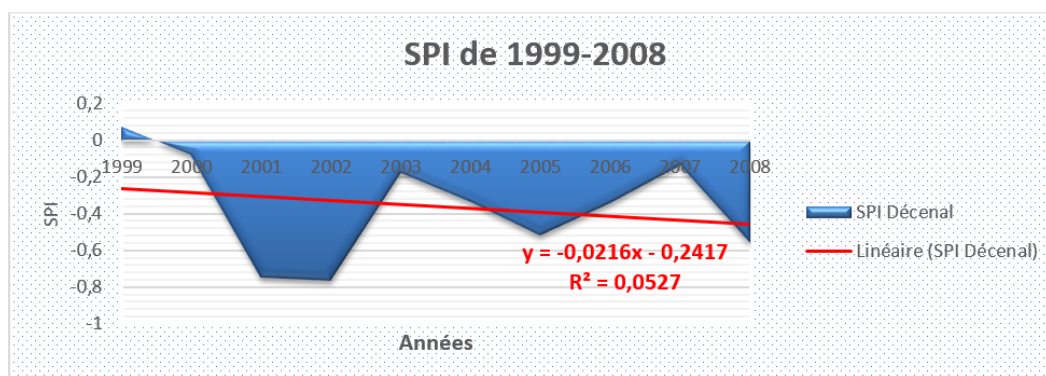


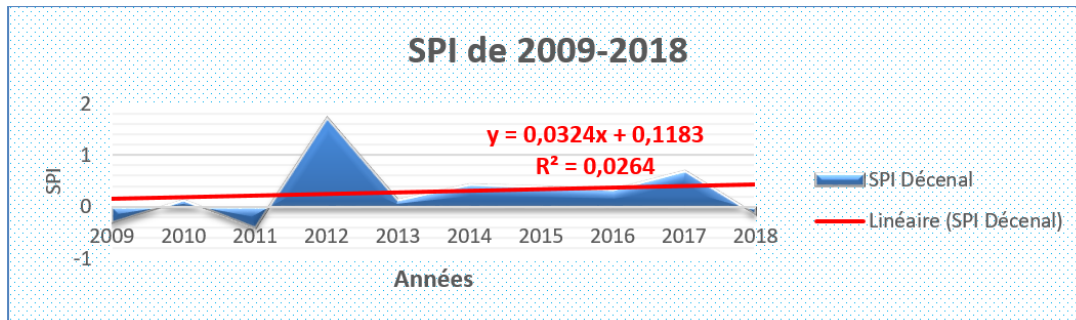
Figure 4 : Courbe représentative des SPI pour la deuxième décennie

• 2009 à 2018 l'indice SPI montre des années modérément humide.

La dernière décennie est caractérisée par une dominance des périodes modérément humide dont une année d'humidité forte (2012) et deux années de sécheresse modérée.

Tableau 7 : Indices Standardisés de Précipitations de la décennie 2009 à 2018

Années	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
SPI	-0,30	0,13	-0,41	1,71	0,13	0,42	0,40	0,34	0,69	-0,15
Degrés	SM	HM	SM	HF	HM	HM	HM	HM	HM	SM

**Figure 5 : Courbe représentative des SPI pour la troisième décennie**

L'indice SPI a mis en évidence une tendance de la récurrence des années sèches à partir de l'année 1999 et durant toute la période. L'étude présente un système de suivi des situations hydriques à travers des indicateurs hydro-climatiques qui définit les différents états de sécheresse et d'humidité.

4. Conclusion

Au terme de ce travail, nous retenons que la Guinée a été affectée par plusieurs séquences humides modérée et de sécheresse modérée sur la période 1989 à 1998. Ces anomalies le long de la période d'étude sont surtout persistantes pendant la deuxième décennie. Il convient de signaler que pour l'ensemble de la période d'étude il y a eu une seule année d'humidité forte, ce qui favorise l'existence de risques hydro climatiques pour ne pas dire variabilité climatique. Les études sur les variations pluviométriques en Guinée montrent que la pluviométrie est beaucoup plus contrastée avec une forte variabilité spatio-temporelle, une augmentation des températures et une fréquence remarquable de la sécheresse dans les dernières décennies. Néanmoins, la tendance négative des valeurs SPI concorde avec l'augmentation de la fréquence du Sud vers le Nord. L'étude de l'indice standardisé de la pluviométrie montre que les plus fréquentes sont celles du climat humide léger et de sécheresse légère, il reste à savoir quelles sont les causes de ces risques hydro climatiques. Les résultats indiquent une succession importante des années sèches dans la zone d'étude ; des dispositions climatiques négatives généralement ont été observées. L'étude présente un système de suivi des situations hydriques à travers des indicateurs hydro-climatiques qui définit les différents états de sécheresse : Alerte, Pré-alerte et Urgence et les seuils à partir desquels il faut déclarer un niveau d'état de sécheresse donné.

Références

- [1] - R. MOREL, L'atlas agro climatique des pays du CILSS. Veille Climatique Satellitaire, 45 (1993) 37 - 45
- [2] - J. V. SUTCLIFFE & D. G. KNOTT, Historical variations in African water resources. In : The Influence of Climate Change and Climate Variability on the Hydrologic Regime and Water Resources (ed. by S.), (1987)
- [3] - JANICOT et al., Dynamique de la mousson en Afrique de l'Ouest et anomalies du TSS de l'Atlantique Équatorial oriental et du Pacifique (1970-1988), (1995)
- [4] - R. T. WATSON, M. C. ZINYOWERANANDR, H. MOSS, Eds., The Regional Impacts of Climate Change : An Assessment University Press, Cambridge, (1997) 517 p.
- [5] - C. FAYE, Distribution spatiale et tendances temporelles de l'érosivité des précipitations dans des bassins versants du Sud du Sénégal (Gambie et Casamance), *Journal of water Sciences and environment technologies*, ISSN 2509-9250, N°32 et 33, Juin-Décembre, (2017)
- [6] - OMM, Guide d'utilisation de l'indice de précipitation normalisé, OMM, N°1090 (2012) 25 p.
- [7] - A. ZHANG, G. JIA, Monitoring meteorological drought in semiarid regions using multi-sensor microwave remote sensing data. *Remote Sens. Environ.*, 134 (2013) 12 - 23
- [8] - L. XING, H. BINBIN, Q. XINGWEN, L. ZHANMANG and B. XIAOJING, Use of the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI) to Characterize the Drying Trend in Southwest China from 1982 - 2012. *Remote Sens*, 7 (2015) 10917 - 10937
- [9] - SERVAT et al., De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et Centrale non sahélienne, (1996)
- [10] - N. B. GUTTMAN, Comparing the Palmer drought index and the standardized precipitation index. *J. Am. Water. Resour. Assoc.*, 34 (1998) 113 - 121
- [11] - S. M. VICENTE-SERRANO, S. BEGUERIA and J. I. LOPEZ-MORENO, A multi-scalar drought index sensitive to global warming : the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate*, 23 (2010) 1696 - 1718
- [12] - V. POTOPOVÁ, P. ŠTĚPÁNEK, M. MOŽNÝ, L. TÜRKOTT, J. SOUKUP, Performance of the standardized precipitation evapotranspiration index at various lags for agricultural drought risk assessment in the Czech Republic. *Agr. Forest Meteorol.*, 202 (2015) 26 - 38
- [13] - <http://populationsdumonde.com/fiches-pays/Guinée>
- [14] - T. B. MCKEE, N. J. DOESKEN et J. KLEIST, La relation entre la fréquence et la durée de la sécheresse et les échelles de temps. Proceedings of the Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, (1993) 179 - 184 p.