

# IMPACT DE LA VARIABILITE PLUVIOMETRIQUE SUR LES RENDEMENTS DE L'ARACHIDE A LOUGA

**Ahmadou Bamba CISSE**

*Laboratoire Leïdi,*

*Université Gaston Berger de Saint-Louis/Sénégal*

*bambacisse@hotmail.fr*

## Résumé

*Le Sabel est une zone où les activités agricoles et pastorales rythment le quotidien des populations. L'ensemble de la production issu de ces deux activités dépend grandement du climat et singulièrement de la pluviométrie. C'est pourquoi, dans le cadre de ce travail, une attention particulière est accordée à l'étude de la pluviométrie qui constitue le paramètre climatique le plus déterminant sous nos latitudes. Pour certains scientifiques, la pluviométrie peut à elle-seule déterminer l'évolution du climat de la zone sabelienne. Elle est caractérisée par une forte variabilité interannuelle qui a des répercussions certaines sur les différentes espèces cultivées en saison pluvieuse. Ainsi, nous allons étudier l'impact de la variabilité pluviométrique (en utilisant deux produits globaux de précipitation, le GPCC et le GPCP) sur les rendements de l'arachide dans le département de Louga.*

**Mots clés :** *Impact, variabilité pluviométrique, rendements, arachide.*

## Abstract

*The Sabel is an area where agricultural and pastoral activities punctuate people's daily lives. All of the production from these two activities depends greatly on the climate and particularly the rainfall. This is why, in the context of this work, a special attention is paid to the study of rainfall, which is the most important climatic parameter in our latitudes. For some scientists, rainfall alone can determine the climate change of the Sabelian zone. It is characterized by a strong interannual variability which has certain repercussions on the different species cultivated in the rainy season. Thus, we will study the impact of rainfall variability (using two global precipitation products, GPCC and GPCP) on peanut yields in the Louga department.*

**Keywords:** *Impact, rainfall variability, yields, groundnut*

## Introduction

La culture de l'arachide est très répandue au Sénégal. Le contexte climatique et pédologique du pays est favorable à son développement. En plus, l'arachide est très appréciée du fait de sa capacité de résistance à la sécheresse, son apport lipidique et protidique dans l'alimentation et

sa rentabilité économique de son huile, sa graine et ses fanes. A Louga, elle est la plante la plus cultivée pendant la saison pluvieuse par les agriculteurs. La pluviométrie est caractérisée par une forte variabilité interannuelle ; ce qui influe grandement sur les rendements arachidiers. C'est la raison pour laquelle il est choisi, dans le cadre de ce travail, d'analyser cette donnée cardinale et substantielle dans l'agriculture sahélienne : la pluviométrie (Sultan, 2011 ; Guyot, 1999). Plus spécifiquement, le présent travail porte sur l'analyse de la série chronologique de la station de Louga pour déterminer la position d'une éventuelle rupture, révélatrice d'un profond changement dans le comportement de la pluviométrie. Il met l'accent aussi sur la relation entre la pluie et les rendements de l'arachide à Louga, la zone d'étude (figure 1). Mais avant, la méthodologie choisie va être déclinée.

**Figure 1 : Carte de localisation du département de Louga**



Cette carte montre la localisation géographique de la zone d'étude. Créée par la loi n° 76-61 du 26 juin 1976 de la partition de l'ancienne région de Diourbel et située entre les latitudes 14°70 et 16°10 nord et les longitudes 14°27 et 16°50 ouest, la région administrative de Louga compte trois départements que sont Kébémér, Linguère et Louga. Le département de Louga, la zone d'étude, s'étend sur une superficie de 5 649 km<sup>2</sup> soit 23 % du territoire régional avec 213 256 habitants en 2018 (ANSD/Louga, 2020).

## 1. Méthodologie

Dans la présente étude, deux types de données sont collectées et traitées : les données climatiques et les données agricoles.

Les données climatiques sont recueillies à l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM). Elles concernent la pluviométrie de la station de Louga ( et couvrent la période 1961 à 2018. Grâce au logiciel Khronostat, réputé pour sa simplicité d'utilisation et sa robustesse, la série chronologique de la station de Louga y est chargée et exécutée pour la détection d'un éventuel point de rupture à travers la méthode bayésienne de Lee et Heghinian (1977) et la segmentation de Hubert (Carbonnel et Hubert, 1985 ; Hubert et Carbonnel, 1987). Pour déterminer les déficits pluviométriques, l'Indice Standardisé de Précipitations (Standardized Precipitation Index (SPI)) est calculé à partir de la formule suivante :

$$SPI_a = (P_a - P_m) / \sigma_p$$

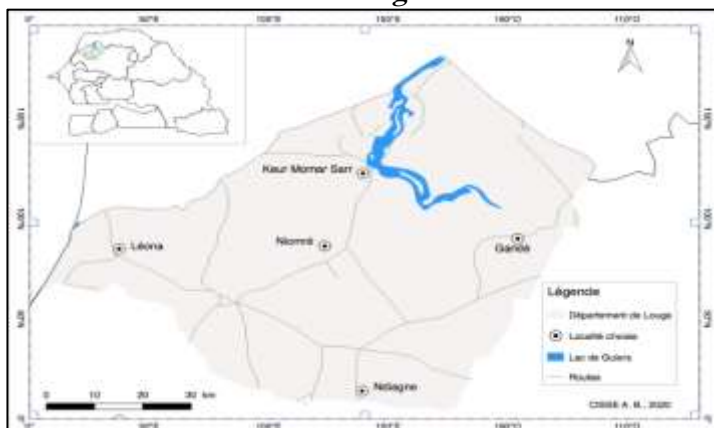
$IPS_a$  est l'indice de pluie standardisé de l'année a ;  $P_a$  la pluviométrie de l'année a ;  $P_m$  la pluviométrie annuelle moyenne sur la période de référence 1961-2018 et  $\sigma_p$  l'écart-type de la pluviométrie sur la même période de référence. Le tableau 1 permet d'interpréter les valeurs obtenues (OMM, 2002)

**Tableau 1 : Classification de la sécheresse selon l'indice pluviométrique SPI**

Valeurs de l'indice SPI	Catégorie de sécheresse
2.0 et plus	Extrêmement humide
de 1,50 à 1,99	Très humide
De 1,0 à 1,49	Humide
De -0,99 à 0,99	Proche de la normale
De -1,0 à -1,49	Modérément sec
De -1,5 à -1,99	Sévèrement sec
-2 et moins	Extrêmement sec

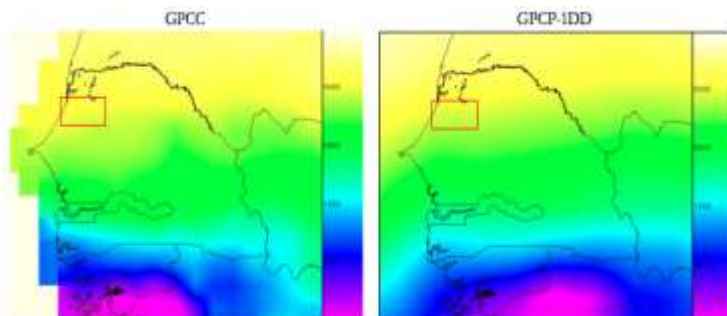
Sachant que les postes pluviométriques sont peu nombreux et très mal répartis à Louga, il est collecté également les données pluviométriques des produits du Centre de Climatologie des Précipitations Globales (GPCC) et du Projet de Climatologie des Précipitations Globales (GPCP) de 1997 à 2012 pour avoir un bon maillage (Figure 2).

**Figure 2 : Localités choisies pour le maillage dans le département de Louga**



« Les résolutions spatiales du GPCC et du GPCP ne sont pas adaptées à l'étude des apports en eau dans une région montagneuse tropicale où les phénomènes orographiques sont à l'origine d'une importante variabilité des pluies » (Bruckmann, Brhes et Beltrando, 2013 : 134). Elles conviennent à Louga qui ne se situe pas dans une région montagneuse. Le GPCC et le GPCP ont permis d'avoir des données pluviométriques dans des points bien positionnés du département de Louga (Figure 3).

**Figure 3 : Cumuls de pluies de juin à octobre sur la période 1997-2012**



La figure 2 fait voir deux cartes représentant les produits GPCC et GPCP. Les deux produits montrent que le Sénégal est caractérisé par des pluies normales tournant autour de 400 à 1 000 mm avec des déficits au Nord (- 400 mm) et des excédents au Sud (+ 1 000 mm). Il est constaté une surévaluation des excédents de pluie pour le GPCP par rapport au GPCC. La zone d'étude (représentée par le rectangle) en constitue une illustration. Elle est marquée par des pluies déficitaires pour le GPCC et des pluies normales pour le GPCP.

Du fait que l'hivernage se déroule entre les mois de juin et octobre, les données de cette période de l'année sont seulement téléchargées via le portail du PRODIG (Pôle de Recherche pour l'Organisation et la Diffusion de l'Information Géographique <http://193.55.96.62/precip/index.html>).

Les données climatiques agricoles quant à elles sont obtenues grâce aux bases de données de la Division de l'Analyse, de la Prévision et des Statistiques (DAPS). Elles concernent l'espèce végétale la plus cultivée à Louga, l'arachide. La période couverte par les données va de 1961 à 2018.

Les données pluviométriques de la station de Louga à travers l'indice pluviométrique SPI et les données agricoles de 1961 à 2018 sont mises

dans une même figure pour voir l'évolution des deux variables<sup>1</sup>. Pour voir clairement la relation entre la pluie par l'utilisation des produits du GPCC et du GPCP et les rendements arachidiers, l'intensité de ces deux variables sont mesurées à travers le coefficient de corrélation (P. Poittier, 1994). La période d'analyse va de 1997 à 2012. Elle est courte du fait que le GPCP ne couvre que cet intervalle de temps. Le coefficient de corrélation se calcule par la formule suivante :

$$r = \text{Cov}(s) / \sigma_x \sigma_y$$

$x$  et  $y$  représente la pluie et les rendements arachidiers respectivement.

Le tableau 2 permet d'interpréter les coefficients de corrélation obtenus. L'utilisation d'Excel a permis de gagner du temps pour la détermination rapide du coefficient de corrélation ( $r$ ). Elle a permis aussi de tracer le nuage de points et de ressortir en un clic le coefficient de détermination ( $R^2$ ) grâce à la régression polynomiale au carré.

**Tableau 2 : Interprétation du coefficient de corrélation**

Corrélation	Négative	Positive
Faible	de -0,5 à 0	de 0 à 0,5
Forte	de -1 à -0,5	de 0,5 à 1

## 2. Résultats

### 2.1. Détection d'une éventuelle rupture dans la série chronologique de la station de Louga

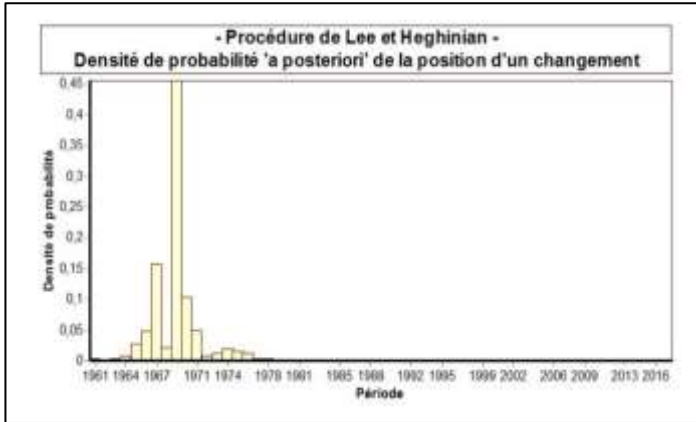
#### *La méthode bayésienne de Lee et Heghinian*

Les résultats du test de Lee et Heghinian de la série climatique de la station de Louga détecte un point de rupture en 1969. La densité de probabilité *a posteriori* de la position du changement est de 0,4567 (figure 3). Tandis que les densités de rupture des autres années ne dépassent même pas 0,15. Ceci atteste que l'année 1969 constitue un point de changement majeur dans l'évolution de la pluviométrie à Louga.

---

<sup>1</sup> Les rendements agricoles de l'année 1984 ne sont pas fournis par la DAPS. C'est la raison pour laquelle la valeur de l'indice SPI (-1,42) de cette année n'est pas intégrée dans la figure pour mieux apprécier l'évolution des deux variables étudiées.

**Figure 4 : Méthode bayésienne de Lee et Heghinian**



### ***La segmentation de Hubert***

Les résultats de la segmentation de Hubert détecte l'année 1969 comme une rupture dans la série chronologique de Louga. Le niveau de signification du test de Schiffé est de 1 %. L'année 1969 marque ainsi une période de changement du comportement de la pluviométrie. Elle divise la série en deux périodes. La première période va de 1961 à 1969. Elle est caractérisée par des pluies excédentaires avec une moyenne de 427,456 mm et un écart type de 106,435. La deuxième période couvre 1970 à 2018. C'est une longue période de 49 années caractérisée par des pluies déficitaires. La moyenne de cette période est de 300,176 et l'écart type est de 89,455.

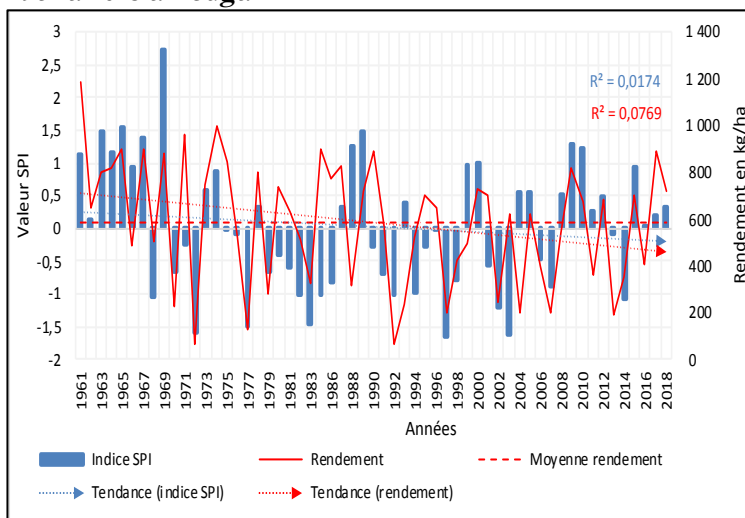
En somme, la méthode bayésienne de Lee et Heghinian et la segmentation de Hubert sont utilisées pour déterminer d'éventuelle rupture dans la série chronologique de la station de Louga. Elles détectent toutes les deux l'année 1969 comme une période de grand changement de la pluviométrie. Pour mieux étudier la pluviométrie et ressortir les périodes humides et les périodes sèches et l'impact de sa variabilité sur les rendements agricoles, l'évolution de l'indice pluviométrique SPI et celle des rendements de l'arachide sont mises dans un même graphique et analysées.

## 2.1. Relation pluie et rendements de l'arachide

### Evolution de l'indice SPI et des rendements de l'arachide

L'évolution de l'indice SPI et des rendements de l'arachide de 1961 à 2018 permet d'apprécier la relation interannuelle de ces deux variables (figure 5). L'analyse de leur évolution montre principalement trois périodes.

**Figure 5 : Evolution des indices SPI et rendements de l'arachide de 1961 à 2018 à Louga**



La première période va de 1961 à 1969. Elle est marquée par des périodes humides à extrêmement humides. L'année 1969 enregistre exceptionnellement un indice SPI de 2,72. Les écarts de pluie normalisés proche de la normale et modérément secs sont relevés en 1961 (0,12) et 1968 (-1,04). Les rendements de l'arachide sont élevés aussi avec l'année 1961 qui enregistre 1 182 kg/ha. Seule l'année 1966 enregistre un rendement inférieur à la moyenne (583 kg/ha).

La deuxième période couvre 1970 à 2007. Elle est caractérisée par des pluies déficitaires à très déficitaires. Sur les 37 années de cette période, 26 années ont des indices SPI négatifs avec des déficits prononcés en 1972 (-1,59), 1997 (-1,66) et 2003 (-1,62). Seules 11 années sur 37 ont



des écarts de pluie normalisés positifs. En ce qui concerne les rendements de l'arachide, ils sont caractérisés par une forte variabilité. La baisse des rendements de l'arachide sont très marquées principalement aux années où les valeurs de l'indice SPI sont très faibles. Les années de sécheresse 1972 et 1983 en constitue un exemple.

La troisième période couvre les onze dernières années de la série (2008 à 2018). C'est une période marquée par des indices SPI positifs. Seules les années 2013 et 2014 ont des écarts de pluie normalisés négatifs avec -0,07 et -1,07 respectivement. Les rendements de l'arachide sont élevés par rapport à la moyenne aux années où les indices SPI sont positifs (2009, 2010, 2012, 2015, 2017 et 2018).

En somme, l'analyse de l'évolution des indices SPI et des rendements de l'arachide montre une grande variabilité au cours de la période considérée. Le constat montre généralement des rendements de l'arachide élevés aux années marquées par des pluies excédentaires et inversement. Ceci témoigne une dépendance des rendements de l'arachide à la pluie. Les courbes de tendance des indices SPI et des rendements de l'arachide viennent attester à suffisance un tel constat avec une légère baisse des deux variables analysées.

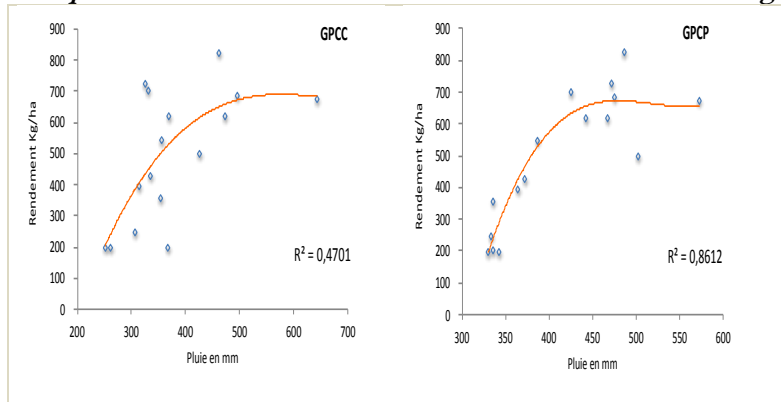
### ***Corrélation pluie (GPCC et GPCP) et rendements de l'arachide***

Plante oléagineuse, l'arachide (*Arachis hypogaea*) est une légumineuse annuelle de la famille des papilionacées. C'est une culture qui doit être semée dans un sol assez meuble pour permettre la pénétration des gynophores et son arrachage une fois son cycle végétatif atteint. Elle a des besoins variés en eau et un cycle végétatif (90 à 120 jours). Elle est cultivée dans toute la zone intertropicale. Mais avec le phénomène du changement climatique, les phases de germination et de floraison sont, le plus souvent, compromises en raison d'une pluviométrie devenue très aléatoire. Ainsi, la relation entre la pluie à travers les produits GPCC et GPCP et les rendements de l'arachide de 1997 à 2012 est calculé grâce au coefficient de corrélation.

Les résultats des coefficients de corrélation dans le département de Louga montrent une dépendance moyenne de 0,44 des rendements de l'arachide aux pluies pour le GPCC (figure 6). Pour le GPCP, la relation entre la pluie et les rendements de l'arachide est assez forte (0,55). Le

constat général montre une relation plus prononcée pour le GPCP que pour le GPCC. Les droites de régression polynomiale viennent appuyer un tel constat. Elles montrent que la pluie explique à 47 % les rendements de l'arachide pour le GPCC et à 86 % pour le GPCP.

**Figure 6 : Corrélation des rendements de l'arachide en fonction de la pluie à travers le GPCC et le GPCP de 1997 à 2012 à Louga**



### 3. Discussion et conclusion

La zone d'étude s'insère dans la bande sahélienne. Le Sahel est caractérisé par une forte variabilité pluviométrique. C'est la raison des propos de M. Leroux (2000, p. 285) : « sa situation géographique, marginale pour la pluviogénèse tropicale, lui attribue en été une seule saison des pluies brèves sans possibilités de « rattrapage », la variabilité interannuelle étant en outre très forte ». Les résultats de la méthode bayésienne de Lee et Héghinian et de la méthode de segmentation de Hubert montrent que la rupture intervenue en 1969 est très illustrative du grand changement du comportement de la pluviométrie. L'analyse des indices SPI de la station de Louga de 1961 à 2018 atteste cette forte variabilité de la pluviométrie en faisant ressortir principalement trois périodes (1961 à 1969, 1970 à 2007 et 2008 à 2018) alternant des pluies excédentaires et déficitaires.

Les indices SPI sont mis en relation avec les rendements de l'arachide. Les résultats font remarquer que la hausse et la baisse des rendements agricoles dépendent grandement de la pluie. Les coefficients de

corrélation et de détermination viennent appuyer cette forte relation de dépendance des rendements de l'arachide à la pluie surtout avec le produit GPCP. Par ailleurs, deux remarques méritent d'être soulignées après l'utilisation des produits globaux de précipitations. La première est relative à la courte série analysée (seize années d'observation seulement) qui joue sur les résultats et explique l'absence de test de significativité. La deuxième limitant la perfection des résultats concerne l'existence de valeurs extrêmes ou dites exceptionnelles contenues dans la série. Ces dernières très éloignées de la majorité, appelées « déviants », impactent sur les résultats.

Peu importe la force de la corrélation, la corrélation imparfaite (non égal à 1) montre que d'autres paramètres doivent être joints pour expliquer plus parfaitement les rendements de l'arachide dans le département de Louga. Les totaux pluviométriques ne peuvent alors déterminer à eux-seuls les rendements de l'arachide. Si la durée de l'hivernage et la régularité des pluies jouent un rôle tout aussi importante que la quantité d'eau tombée, la dégradation des sols, les politiques agricoles, les attaques de parasites, l'utilisation des intrants agricoles, etc. sont également autant de facteurs cruciaux à prendre en compte.

## Références bibliographiques

**ANSD/SRSD Louga** (2020), *Situation économique et sociale régionale 2017-2018*, Rapport sur la région de Louga, Ministère de l'économie, des finances et du plan du Sénégal, 221 p.

**Bergès Jean Claude. et Beltrando Gérard** (2012), « Les biais systématiques des indicateurs globaux de précipitation en zones arides et montagneuses : un essai d'analyse régionale », In Bigot Sylvain et Rome Sandra (ed.), *Les climats régionaux : observation et modélisation*, colloque à Grenoble, pp. 123-128.

**Carbonnel Jean Pierre et Hubert Pierre** (1985), « Sur la sécheresse au Sahel d'Afrique de l'Ouest. Une rupture climatique dans les séries pluviométriques du Burkina-Faso (ex Haute-Volta) », *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, Série II, vol. 301, N° 13, pp. 941-944.

**Guyot Gérard** (1999), *Climatologie de l'environnement. Cours et exercices*

*corrigés*, Paris Dunod, 525 p.

**Hubert Pierre et Carbonnel Jean Pierre** (1987), « Approche statistique de l'aridification de l'Afrique de l'Ouest », *Journal of Hydrology*, Vol. 95, N° 1, pp. 165-183.

**Lee A. F. S. et Heghinian S. A.** (1977), « A shift of the mean level in a sequence of independent normal random variables. A Bayesian approach », *Technometrics*, Vol. 19, N° 4, pp. 503-506.

**Leroux Marcel** (2000) *La dynamique du temps et du climat*, Paris, Dunod, 2<sup>ème</sup> édition, 365 p.

**Poittier Patricia** (1994) « Mesures de la liaison entre deux variables qualitatives : relation entre un coefficient de corrélation généralisé et le  $\chi^2$  », In *Revue de statistique appliquée*, Tome 42, N° 1, pp. 41-61.

**Sultan Benjamin** (2011), *L'étude des variations et du changement climatique en Afrique de l'Ouest et ses retombées sociétales*, Habilitation à Diriger des Recherches, Université Pierre et Marie Curie, 137 p.

Liens de téléchargement des produits GPCC et GPCP :

- <https://kunden.dwd.de/GPCC/Visualizer>
- <http://193.55.96.62/precip/index.html>