

VARIABILITE SPATIO-TEMPORELLE DES PRECIPITATIONS

Figure 1 : carte de situation de la zone d'étude, Fall et al., 2020.



Le bassin du fleuve Sénégal est à l'image des cours d'eau sahéliens marqués par l'augmentation des températures, la diminution des précipitations et la recrudescence des événements extrêmes (sécheresses, inondations). Située dans la partie la plus septentrionale du bassin du fleuve Sénégal (zones tropicales sèches 200 à 250 mm/an), la moyenne vallée est un hydrosystème qui va de Bakel à Podor, est particulièrement sensible au changement climatique. Au-delà des pluies de forte intensité, les régimes moyens de précipitation varient spatialement dans le bassin de la moyenne vallée du fleuve Sénégal. La question du changement climatique y est importante, puisque la répartition spatio-temporelle de cette ressource y détermine l'organisation des sociétés et les activités agro-pastorales (Bruckmann, 2021; Ba, 2018 ; Sarr et al., 2021 ; Bodian, 2011). Ainsi, l'analyse des impacts de la variabilité climatique dans le temps et dans l'espace reste pour l'heure un défi méthodologique. L'objectif de cette étude est d'analyser la variabilité spatio-temporelle des précipitations sur les ressources en eau de la Moyenne vallée du fleuve Sénégal.

DONNEES ET METHODES

Les données utilisées couvrent la période 1918-2023 pour 30 stations dont 27 postes pluviométriques et 2 stations synoptiques et une station climatologique. L'approche adoptée comporte les opérations suivantes :

(i) Critique et homogénéisation des données : vérification de la qualité et comblement des données manquantes avec la Méthode du Vecteur Régional mise en œuvre dans HYDRACCESS

$$a = n$$

$$Zi = \sum_{a=1}^n (Pa/Pam)/n$$

Où Zi : indice du vecteur pour l'année i ;
 Pai : pluie annuelle à la station a pour l'année i ;
 Pam : moyenne de la série des pluies annuelles à la station a ;
 n : nombre de stations.

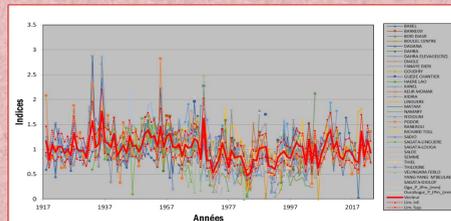


Figure 2: indices annuels de précipitations et indices des stations considérées (Brunet Moret)

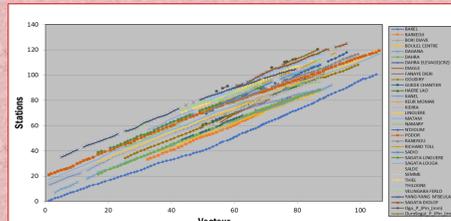


Figure 3: Cumul des indices annuels du Vecteur et des stations considérées

(ii) Détection des ruptures au sein des séries pluviométriques annuelles : des tests de non-stationnarité tous inclus dans KRONOSTAT

- Tests de corrélation sur le RANG de Kendal ;
- Mann WHITNEY modifié par A.N. PETTITT (1979) ;
- Statistique U de A.T. BUIHAND (1982, 1984) ;
- Procédure de A.F.S. LEE et S.A. HEGHINIAN (1977) ;
- Ellipse de contrôle de P. BOIS (1971, 1986) ;
- Segmentation de HUBERT

(iii) Calcul des indices pluviométriques : $ISP = (Pi - Pm) / \sigma$ où :

- ISP : Indice Standardisé de Précipitations
- Pi : module annuel de l'année considérée.
- Pm : moyenne pluviométrique de la série.
- σ : écartype de la série sur l'échelle temporelle considérée.

(iv) Calcul des normales pluviométriques : ce sont des périodes de 30 années et mises à jour tous les dix ans du fait du changement climatique par l'Organisation Mondiale de la Météorologie.

RESULTAS

Les dates de ruptures vont de 1959 à 1993, mais l'année 1969 reste la plus fréquente ce qui corrobore les résultats des travaux de Faye et al., 2015; Sambou et al., 2018 etc. qui annoncent le début de la sécheresse en Afrique de l'Ouest et particulièrement au Sénégal en 1969-1970.

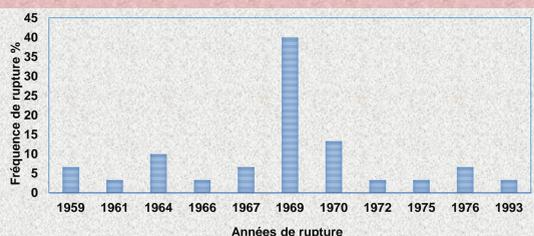


Figure 4 : Distribution des dates de rupture dans les séries pluviométriques du bassin de la moyenne vallée du fleuve Sénégal selon le test de Pettitt.

Les résultats du test de corrélation sur le Rang montrent que le caractère non aléatoire est observé dans toutes les séries temporelles sauf celles de Fanaye Dieri et de Kidira.
 Hypothèse nulle (série chronologique aléatoire) d'absence de changement est rejetée :
 • Seuil de confiance de 99% : 14 stations (Barkedji, Boulé, Dahra, Dagana, Goudiry, Kanel, Kidira, Matam, Ndioum, Podor, Sagatta Louga, Saldé, Thilogne) ;
 • 26 stations au seuil de confiance de 95% ;
 • et 28 stations au seuil de confiance de 90%.

Les résultats des tests d'homogénéisation montrent une relation linéaire positive entre les données mesurées et le vecteur. Ceci met en évidence une bonne homogénéité spatio-temporelle des séries pluviométriques. Ce qui nous a permis de valider la méthode de comblement des données et d'étendre la série jusqu'en 2023.

Tendance à la baisse de la pluviométrie dans le bassin de la moyenne vallée du fleuve Sénégal

Les moyennes pluviométriques varient tout autant d'une normale à une autre et d'une station à une autre :

- Une baisse de la pluviométrie se dessine à partir de la normale 1931-1961 jusqu'à celle de 1970-2000 ;
- Augmentation de la pluviométrie à partir de la normale 1981-2010.

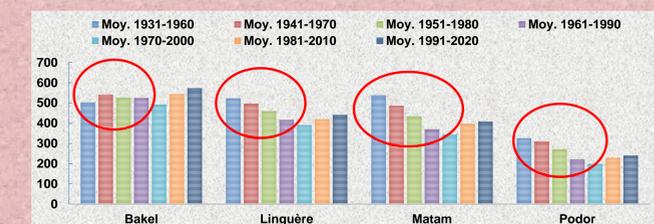


Figure 5 : Evolution des précipitations suivant les normales pluviométriques aux stations de Bakel, Linguère, Matam, Podor.

Un bassin a trois mois de pluies

L'essentiel des précipitations est enregistré dans les mois de juillet, août et septembre avant comme après rupture. Ces trois mois sont les déterminants de l'hivernage dans l'ensemble du bassin avec des cumuls respectifs de 440.73 mm et 328.18 mm à Matam, 425.92 mm et 361.31mm (Linguère), 268.84 mm et 198.40 mm (Podor), 414.88 mm et 491.28 mm (Bakel).

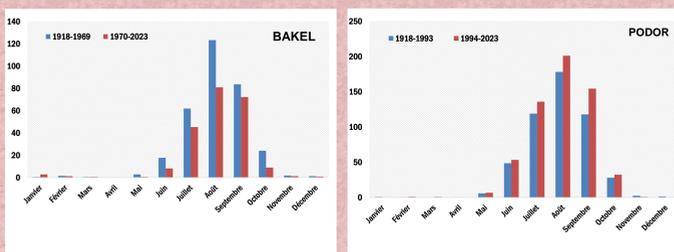


Figure 6 : Evolution moyenne mensuelle des précipitations à Bakel, Matam, Podor et Linguère avant et après rupture

Variabilité interannuelle des précipitations dans le bassin de la moyenne vallée du fleuve Sénégal

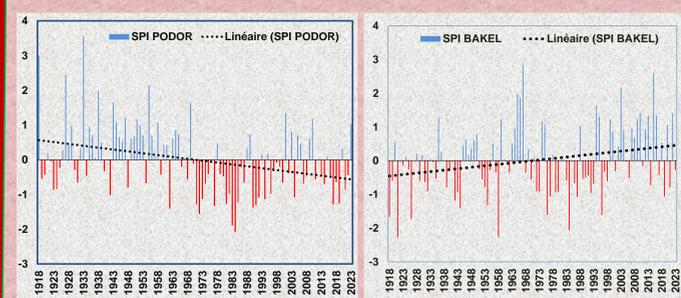


Figure 7: Variation des indices pluviométriques à Bakel et Podor de 1918-2023.

De l'analyse des figures ci-dessus ressort trois tendances :

- 1918-1969 : Hausse des précipitations avant l'avènement de la variabilité climatique, avec des maxima enregistrés tous en 1936 ;
- 1971-2001 : phase globalement sèche (Cf. photo 1) ;
- Hausse timide des cumuls pluviométriques à partir de 2003 ce qui occasionne des inondations dans la vallée du fleuve Sénégal aux proportions extrêmes.

Cette situation décrite est unanime pour toutes les 30 stations sauf celle de Bakel où une tendance inverse est décrite.



Photo 1 : Sécheresses dans la vallée du fleuve Sénégal, Ljd.international, 2023)



Photo 2 : Inondations dans la vallée du fleuve Sénégal (CSE, octobre 2024)

CONCLUSION

Pour les 30 stations considérées, l'analyse des données homogénéisées, indiquent que les chroniques de 1918-2023 ne sont pas stationnaires. Elles présentent toutes des ruptures dont l'année 1969 reste la plus fréquente. Les précipitations diminuent vers le Nord avec des moyennes pluviométriques de 300mm aux environs. A l'échelle saisonnière, les mois de juillet, août, septembre constituent les déterminants de l'hivernage avant comme après rupture. La pluviométrie annuelle quant à elle, a connu une évolution à la baisse avec des déficits plus ou moins accentués entre les moyennes avant rupture et celles après rupture sauf la station de Bakel qui présente une évolution ascendante.
 Bref, une grande variabilité interannuelle marquée par une succession d'années excédentaires et déficitaires se dessine actuellement dans le bassin de la moyenne vallée du fleuve Sénégal dont : la chronique de 1918-1969 reste une période dument humide, une période sèche à partir de 1972 jusqu'à la décennie 1994-2003 et une légère augmentation des précipitations non conforme dans les stations à partir de la normale 1981-2010. Toutefois, une modélisation pluie-débit est nécessaire pour comprendre le fonctionnement hydrologique du bassin et développer un modèle de gestion des ressources en eau de cette zone vulnérable.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bruckmann L., (2021) : La gestion partagée de l'eau dans le bassin du fleuve Sénégal : trajectoire, enjeux et perspectives. Article de revue, l'Ouest Saharien, 261-280.
- Sarr Ibra. Ndiaye, Aminata. Faye, Guilgane. Faye, Mbagnick. (2021). Variabilité climatique et stratégies d'adaptation des agriculteurs dans le département de Linguère (Sénégal) de 1951 à 2017 : cas des arrondissements de Barkédji, Sagatta Djoloff et Yang-Yang. Physio-Géo. DOI : 10.4000/physio-geo.12003.