CONTRAINTES HYDROCLIMATIQUES, PRODUCTION AGRICOLE ET MALNUTRITION INFANTILE DANS LA COMMUNE DE SO-AVA, AU BENIN

HYDROCLIMATIC CONSTRAINTS, AGRICULTURAL PRODUCTION AND CHILD MALNUTRITION IN THE COMMUNE OF SO-AVA, BENIN

Emilienne Nankafu **NYAKURA***
[1]*Université d'Abomey-Calavi, BP 526, Bénin*
Laboratoire Pierre Pagney : Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE)
[2]*Université Catholique de Bukavu, BP 285, République Démocratique du Congo*
Faculté de Sciences Agronomiques (FSA)
emillynyak@gmail.com; nankafu.nyakura@ucbukavu.ac.cd; +243977389838

Asai Akinni Gervais **ATCHADE**
[1]*Université d'Abomey-Calavi, BP 526, Bénin*
Laboratoire Pierre Pagney : Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE)
akanni12@gmail.com; gervais.atchade@flash.uac.bj; +2290197484132

Mathieu B. **HOUNSOU**
[3]*Université d'Abomey-Calavi, BP 526, Bénin*
Laboratoire d'Hydraulique et de Maîtrise de l'Eau (LHME)
hounsoumat@gmail.com; +22994536488

Mosange Thérèse **MBUMBA**
[1]*Université d'Abomey-Calavi, BP 526, Bénin*
Laboratoire Pierre Pagney : Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE)
[4]*Université de Goma, BP 204, République Démocratique du Congo*
Faculté de Sciences
theresemosange87@gmail.com ; +243996584614

Damas Birindwa **RUTEGA**
[2]*Université Catholique de Bukavu, BP 285, République Démocratique du Congo*
Faculté de Sciences Agronomiques (FSA)
birindwa.rutega@ucbukavu.ac.cd ; +243814607451

Correspondance de l'auteur : emillynyak@gmail.com; Tel : +243 977389838.

RESUME

La présente recherche contribue à une meilleure connaissance des contraintes hydroclimatiques et leurs effets sur la production agricole et par ricochet sur la malnutrition infantile dans la commune de Sô-Ava, au Bénin. Elle a permis de caractériser l'évolution spatio-temporelle climatique par les données journalières de hauteurs de pluies, de températures (maximale et minimale), de l'humidité relative de l'air moyenne, de la durée d'insolation et de la vitesse du vent, de suivre l'évolution du lac Nokoué par les hauteurs des côtes mensuelles, d'étudier les rendements de quelques cultures de base de la commune (maïs, manioc, patate douce et niébé), d'évaluer l'influence de chaque paramètre climatologique sur le rendement de chaque culture, d'analyser l'évolution des cas de malnutrition des enfants de

moins de 5 ans et leur relation avec les rendements et d'identifier les perceptions paysannes des perturbations hydroclimatiques suivies de stratégies adaptatives mises en place. Ces données ont été analysées avec des logiciels statistiques (Excel, Kronostat et R). Les résultats montrent que les extrêmes climatiques alternent entre années excédentaires et déficitaires, suivant des évolutions en dent de scie pour chaque paramètre climatologique. La variabilité pluviométrique est confirmée par les valeurs SPI et les tests statistiques de Pettitt et U Buishand, impactant les saisons culturales et le niveau du lac Nokoué. Les rendements des cultures ont varié d'année en année, avec une légère tendance à la hausse. Le nombre des cas de malnutrition infantile a augmenté de 6,15 %, présentant une relation négative et hautement significative avec le rendement de maïs seul. Les perceptions des extrêmes hydroclimatiques et les stratégies d'adaptation des producteurs montrent une grande diversité dans leur compréhension.
Mots clés : extrêmes hydroclimatiques, production agricole, malnutrition infantile, stratégies adaptatives, Sô-Ava.

ABSTRACT
This study contributes to the knowledge of hydroclimatic constraints and their impact on agricultural production and child malnutrition in the commune of Sô-Ava, Benin. It allowed us to characterize the spatio-temporal evolution of the climate through daily data on rainfall, temperature (maximum and minimum), average relative humidity, sunshine duration and wind speed, to monitor the evolution of Lake Nokoué through monthly coastal heights, to study the yields of some of the commune's staple crops (maize, cassava, sweet potato and cowpea), to assess the influence of each climatological parameter on the yield of each crop, to analyze the evolution of cases of malnutrition in children under 5 and their relationship with the yields, and to identify the farmers' perceptions of hydroclimatic disturbances and the adaptation strategies implemented. These data were analyzed using statistical software (Excel, Kronostat and R). The results show that climatic extremes alternate between surplus and deficit years, following a sawtooth pattern for each climatological parameter. Rainfall variability is confirmed by SPI values and Pettitt and U Buishand statistical tests, impacting cropping seasons and the Lakr Nokoué's level. Crop yields varied from year to year, with a slight upward trend. Child malnutrition increased by 6.15%, showing a negative and highly significant relationship with maize yield alone. Producers' perceptions of hydroclimatic extremes and coping strategies varied widely in their understanding.
Keywords : hydroclimatic extremes, agricultural production, child malnutrition, adaptive strategies, Sô-Ava.

INTRODUCTION

La variabilité pluviométrique est essentielle pour l'agriculture en Afrique de l'Ouest, au Bénin en particulier; ses perturbations devenant alors l'élément clé pour la production agricole (Allé U.C.S.Y., *et al.*, 2013; Houngbèmè P., 2023; Vodounou J.B.K., 2023). Les populations rurales dépendant d'une petite agriculture, subissent des excès comme des manques d'eau et par moment aux deux en une seule saison. Ceci rend le suivi des précipitations crucial, bien que la région soit moins bien pourvues en observations in situ (Gosset M., 2023). La Commune de Sô-Ava, avec son potentiel

agricole, est vulnérable aux perturbations climatiques, menaçant la sécurité alimentaire. Ce travail se concentre sur la corrélation entre les perturbations hydroclimatiques et la production de quatre cultures de base de Sô-Ava (maïs, manioc, patate douce et niébé) et leur impact sur la malnutrition infantile. Ainsi, cette étude vise à apprécier les rythmes de paramètres climatiques, évaluer leurs effets sur la production agricole support de la nutrition des enfants de moins de 5 ans, ainsi qu'examiner les différentes mesures adaptatives adoptées par la communauté de la commune de Sô-Ava. Spécifiquement, il s'agit (i) de caractériser les extrêmes hydroclimatiques dans le temps, (ii) de déterminer les effets de ces fluctuations sur la production agricole et par ricochet la nutrition des enfants de moins de 5 ans et (iii) de présenter les diverses mesures d'adaptation adoptées par les producteurs locaux.

MILIEU ET METHODES

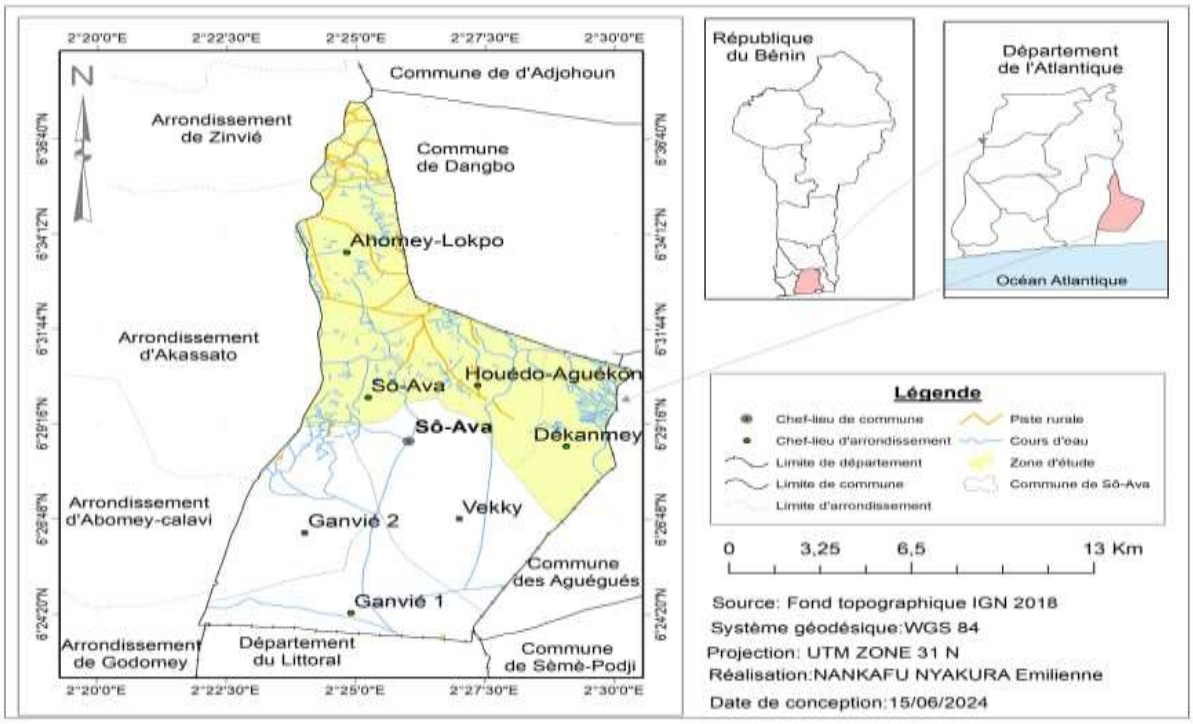


***Figure 1** : Situation géographique de Sô-Ava et zone d'étude*

L'étude a été menée dans la Commune de Sô-Ava (*Figure 1*), située au Sud du Bénin, et comprise entre 6°24' et 6°38' de latitude nord, et entre 2°21' et 2°30' de longitude est (Naboua K., *et al.*, 2014; Zannou J., 2021). Elle compte sept arrondissements mais cette étude porte sur quatre à vocation plus agricole, dont : Sô-Ava, Ahomey-Lokpo, Dekanmey et Houedo-Aguékon. Sô-Ava jouit d'un climat subéquatorial caractérisé par l'alternance inégale de deux saisons de pluies et de deux saisons sèches. La moyenne pluviométrique annuelle est de 1200 mm et les températures varient entre 24°C et 35°C. L'humidité relative s'établit à 69 % en saison sèche et à 91 % en saison humide sous l'influence de l'harmattan balayant la zone entre décembre et janvier.

L'insolation est plus longue au cours de période où les pluies sont rares (novembre à mars), avec plus de 7 heures par jour, car le ciel est moins couvert. L'évapotranspiration moyenne est de 1670mm, plus faible en saison humide qu'en saison sèche. (Agence pour la Sécurité de la navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar (ASECNA), 2015; Kodja D.J., 2018; Association Nationale de Communes du Bénin (ANCB), 2019; Gnimassou M.E.F., 2021). La Commune se situe dans le bassin sédimentaire du bas Bénin, avec 47 % de sols hydromorphes et 56 % du territoire couvert par de plans d'eau contre 44 % dominés par la mosaïque de cultures, de jachères et de plantations. Elle est dotée d'un relief d'environ 20 mètres de dénivelé entre les rives du Nokoué et le point le plus élevé (Enontin I.D.J., 2006; Mairie de Sô-Ava & Fonds de Nations Unies pour l'Enfance (Unicef), 2015; ANCB, 2019; Atidegla S.C., Koumassi H., 2022).

La projection de la population infantile (moins de 5 ans) à partir des Recensements Généraux de la Population et de l'Habitation (RGPH) 4 pourrait passer de 27354 en 2013 à 71330 en 2030 (Institut National pour la Statistique et la Démographie (INSTaD), 2003, 2016).

Données et méthodes

Les données collectées et utilisées présentent des intervalles de temps divers, dépendant des données les plus anciennes disponibles sur les différentes sources consultées.

- ***Climatologiques***

- les données journalières des hauteurs pluviométriques, des températures, de l'humidité relative de l'air, de l'insolation ainsi que la vitesse du vent, de la période allant de 1971 à 2020, fournies par la Météo Bénin et prélevées à la station synoptique de Cotonou. Etant donné l'absence d'une station météorologique dans la commune de Sô-Ava et se retrouve dans la même zone agro-écologique que Cotonou (Naboua K. *et al*., 2014) ;

-les données hydrométriques provenant du Service de l'Hydrologie de la Direction Générale de l'Eau (SH/DG-Eau). Elles reprennent les données des hauteurs mensuelles du lac Nokoué issues de la station hydrométrique de Sô-Ava de la période 2002-2020.

- ***Agronomiques***

Les données de rendement annuel de manioc (*Manihot esculenta*), maïs (*Zea mays*), patate douce (*Ipomoea batatas*) et niébé (*Vigna unguiculata*) de la commune de Sô-Ava de 1996 à 2020, les données étant répertoriées par commune comme petite unité au Ministère de l'Agriculture, Elevage et Pêche/MAEP Bénin).

- ***Alimentaires***

Les données alimentaires reprennent les statistiques annuelles de cas de malnutrition infantile enregistrées dans la commune de Sô-Ava (moins de 5ans) obtenues au bureau

de statistiques du Centre Hospitalier Universitaire de Zone (CHUZ) d'Abomey-Calavi/Sô-Ava, et ce, pour la période allant de 2008 à 2020.

- ***Démographiques***

L'accroissement démographique constitue un enjeu dans le contexte des changements environnementaux et globaux (Kodja D.J., 2018). Ainsi, pour cette étude, les statistiques considérées sont celles issues des deux derniers RGPH (3-4) afin d'observer l'évolution de la population infantile de Sô-Ava à l'horizon 2030.

- ***Socio-institutionnelle***

L'investigation socio-économique au travers des questionnaires d'enquête a porté sur les perceptions des fluctuations hydroclimatiques, ainsi que les stratégies élaborées par les producteurs pour s'y adapter et le mode d'alimentation des enfants de moins de 5 ans dans les ménages.

La taille de l'échantillon à enquêter a été définie par la méthode de Schwartz (2002), à l'aide de la formule :

$$N = \frac{Z^2 x PQ}{d^2} \quad (1)$$

Avec, N : taille de l'échantillon par arrondissement

Z : seuil de confiance à 95%, donnant ainsi la valeur type de 1,96 (valeur constante)

P : nombre de ménages agricoles de l'arrondissement/nombre de ménages agricoles de la commune

Q : 1-P

d : marge d'erreur (5 %).

177 ménages agricoles ont été interrogés au total complété par la direction des services techniques (DST) et le point focal chargé de la gestion des risques de catastrophes et de l'adaptation de la mairie de Sô-Ava.

Le traitement des données a été effectué à l'aide de plusieurs méthodes :

- ✓ Homogénéisation des données par la régression linéaire simple (y=ax+b) ;
- ✓ Méthode de caractérisation hydropluviométrique :
- ❖ **Moyenne arithmétique** (Donatien A.D., *et al*., 2023)

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \quad (2)$$ Avec n= le nombre d'observations.

- ❖ **Paramètres de dispersion** (Naboua K., *et al*., 2014)
  - Ecart-type

    $\sigma(x) = \sqrt{\upsilon}$ *(3)* Avec : υ la variance de la série.
  - Coefficient de variation

    $CV = \frac{\sigma(x)}{\bar{x}} * 100$ *(4)* Avec : $\sigma(x)$= écart-type, $\bar{x}$= moyenne.
- ✓ Calcul des anomalies centrées réduites de précipitations annuelles (Koumassi H., 2014; Cocker F., 2020)

$$SPI = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma(x)} \quad (5)$$

Avec : SPI : Indice Standardisé des Précipitations pour l'année i ;
x_i : précipitation de l'année i ;
$\bar{x}$: précipitation moyenne de la série ;
$\sigma(x)$: écart-type de la série.

***Tableau I** : Classification SPI.*

2,0 et plus	Extrêmement humide
de 1,5 à 1,99	Très humide
de 1,0 à 1,49	Modérément 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	Très sec
-2 et moins	Extrêmement sec

***Source** : McKee et al. (1993) cités par l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM) (2012, p11).*

- ✓ Détection des années de rupture de stationnarité dans les séries pluviométriques

Cette analyse a été réelle à l'aide des tests statistiques de Pettitt (1979) et U Buishand (1984).

RESULTATS ET DISCUSSION

- **Caractérisation des contraintes hydroclimatiques**

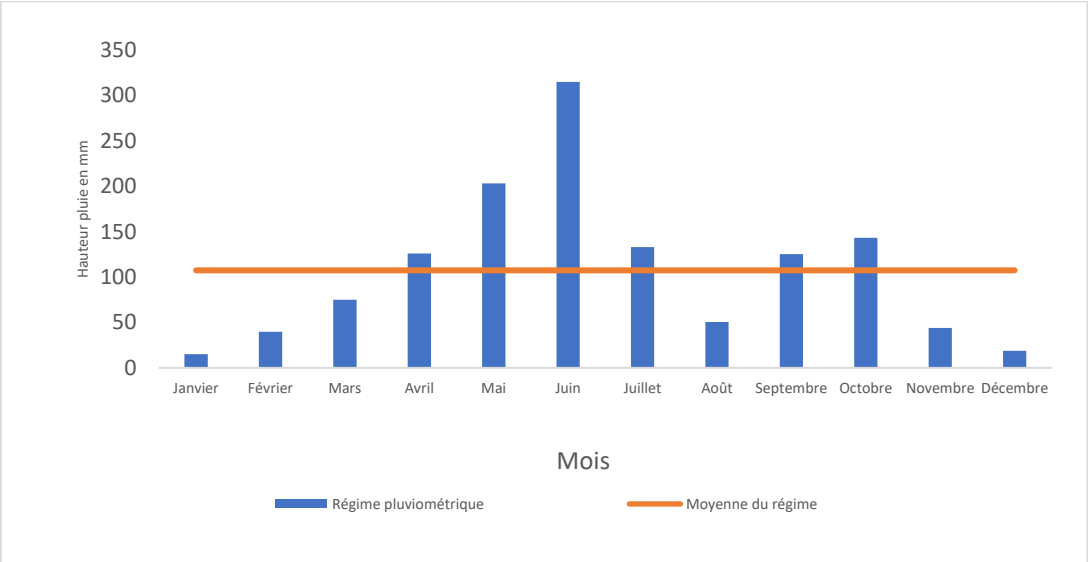


***Figure 2**: Régime pluviométrique annuel de la commune de Sô-Ava.*

Le régime pluviométrique de Sô-Ava est de type bimodal, alternant six mois secs et six mois humides avec le pic pluviométrique au mois de juin pour la grande saison pluvieuse et en octobre pour la petite saison pluvieuse. La moyenne pluviométrique annuelle est de 107,3±87,4 mm sur 50 années étudiées. La forte concentration des précipitations sur une courte période (mai-juin) peut affecter l'agriculture, la gestion de l'eau et les écosystèmes de la commune, cette dernière étant lacustre, augmente le risque d'inondations.

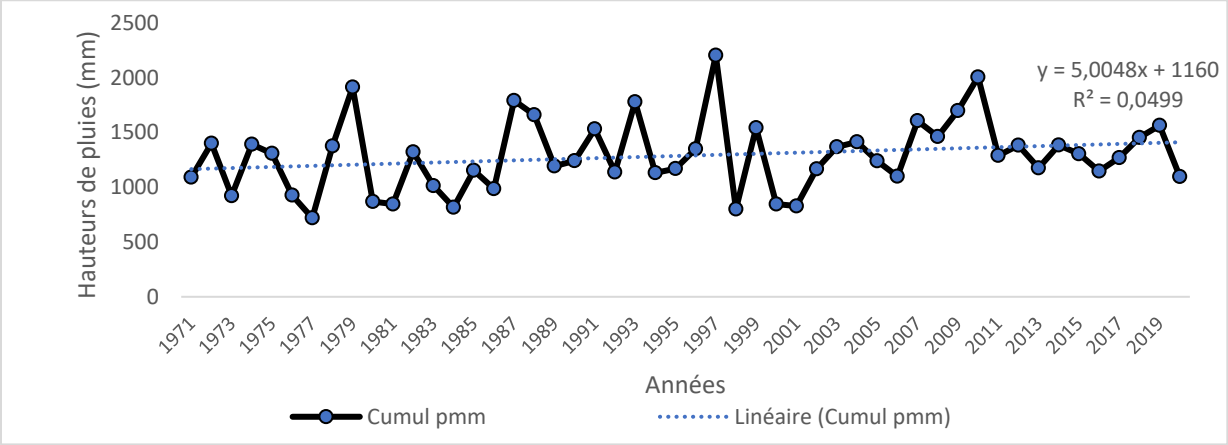


***Figure 3**: Evolution pluviométrique interannuelle dans la Commune de Sô-Ava.*

La pluviométrie a évolué de manière irrégulière, avec des fluctuations annuelles entre les années plus pluvieuses (pmm annuelle ≥ 2000 mm) et plus sèches (pmm annuelle < 1000 mm). Bien que la tendance de l'évolution pluviométrique soit à la hausse, le faible coefficient de détermination R^2 rend les conclusions incertaines. La moyenne pluviométrique interannuelle est de 1287,61±326,54mm. Ces perturbations accentuent l'occurrence d'événements extrêmes (inondations, sécheresses), nuisant aux producteurs, car impactent considérablement leur production par de mauvaises récoltes et une dégradation des écosystèmes. Les producteurs pourraient devoir adopter des approches empiriques pour stabiliser leur productivité.

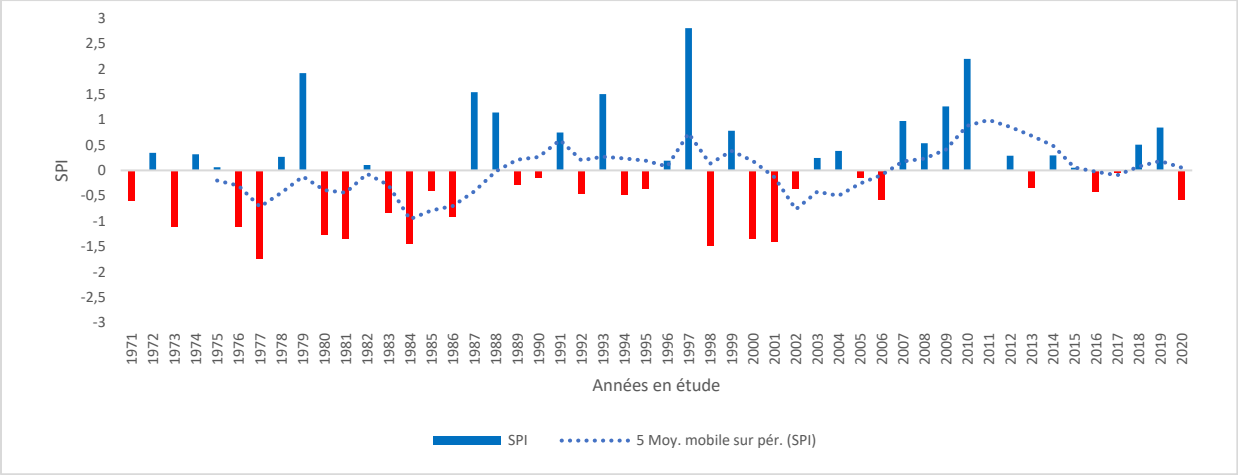


***Figure 4**: Indices pluviométriques Standardisés*

Les indices pluviométriques standardisés montrent des alternances fréquentes entre les périodes sèches et humides, avec de fluctuations interannuelles marquées. Les années 1997 et 2010 sont extrêmement humides (SPI>2), tandis que 1979, 1987 et 1993 sont très humides (SPI 1,5 à 2). L'année 1977 est la plus sèche. Aucune année n'est extrêmement sèche. La courbe de la moyenne mobile révèle trois phases : la première est marquée par la prédominance des déficits pluviométriques, de 1971 à 1986 ; la deuxième est caractérisée par des excédents pluviométriques, de 1987 à 2005 et la dernière est marquée par une très forte instabilité dans l'évolution pluviométrique, de 2005 à 2020, sans tendance claire à long terme.

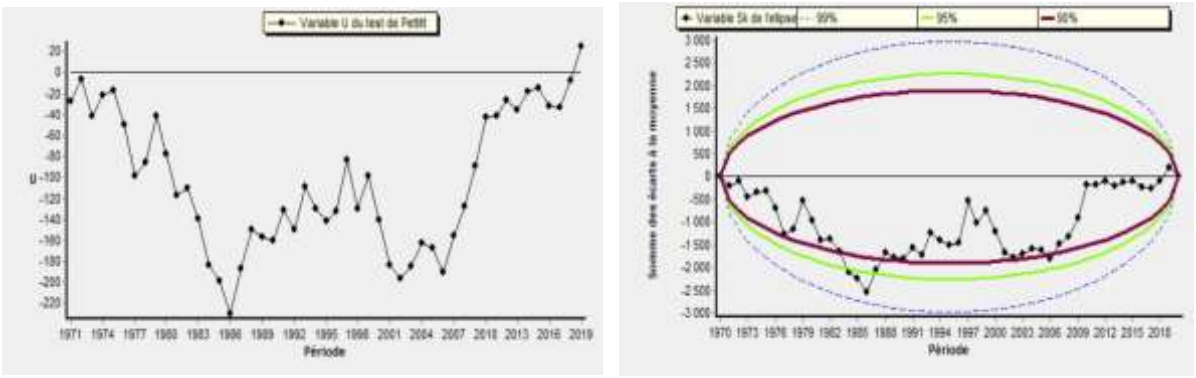


***Figure 5**: Tests de ruptures de stationnarité 1971-2020 (Pettitt et U Buishand).*

Les tests de Pettitt et U Buishand confirment les fluctuations pluviométriques significatives entre 1971-2020, sans tendance claire ni à la hausse ni à la baisse. L'année 1986 marque le point de rupture de stationnarité pour les deux tests, divisant la série en deux sous-périodes : la première de 1971 à 1986 (moyenne 1128,4±307,8 mm) et la deuxième de 1987 à 2020, la plus humide (moyenne 1362,6 ± 311,8 mm). La seconde sous-période à une moyenne dépassant 1200mm est plus propice aux inondations. Cette instabilité pourrait être liée à des phénomènes naturels, comme les oscillations climatiques, ou à des phénomènes anthropiques.

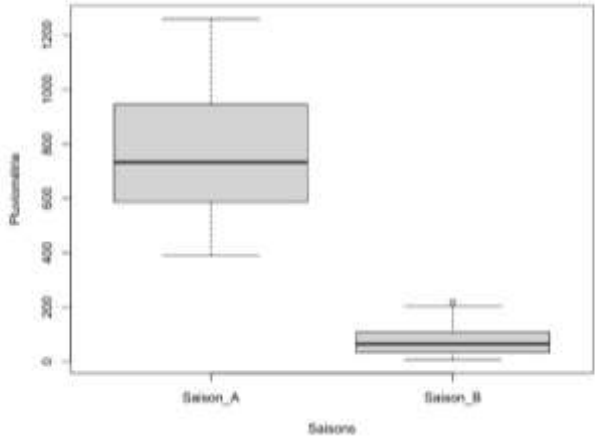
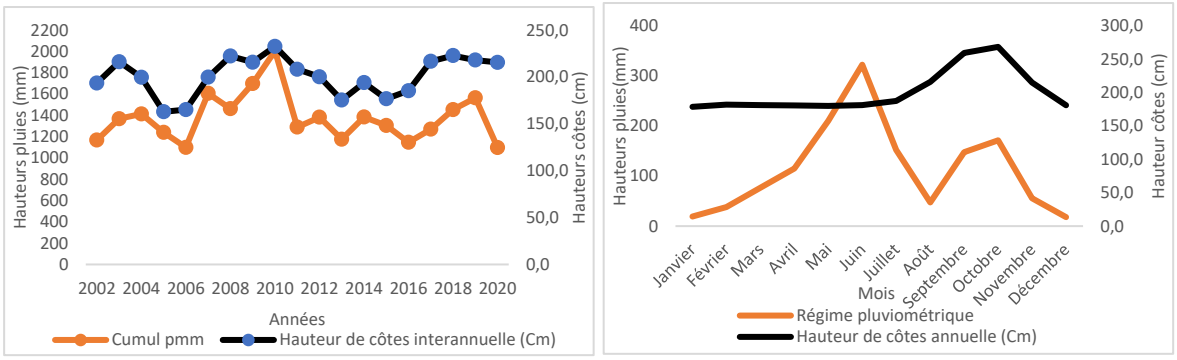


***Figure 6**: Evolution de la pluviométrie selon les saisons culturales de la commune de Sô-Ava.*

Avec : Saison A : Avril-Juillet et Saison B : Novembre-Janvier (Enquête terrain, 2024).

La figure 6 montre que les deux saisons culturales diffèrent en termes de précipitations à Sô-Ava ; influencées par l'évolution pluviométrique annuelle (*Figure 3*). Cette variabilité pourrait compliquer la planification des campagnes agricoles pour les producteurs, car les fluctuations pluviométriques limitent la production agricole. La moyenne à l'écart-type élevée de la saison A pouvant dépasser 1200 mm, corrobore les expériences des producteurs de Sô-Ava qui signalent des inondations dévastatrices en saison A malgré l'installation des billons dans leurs champs.



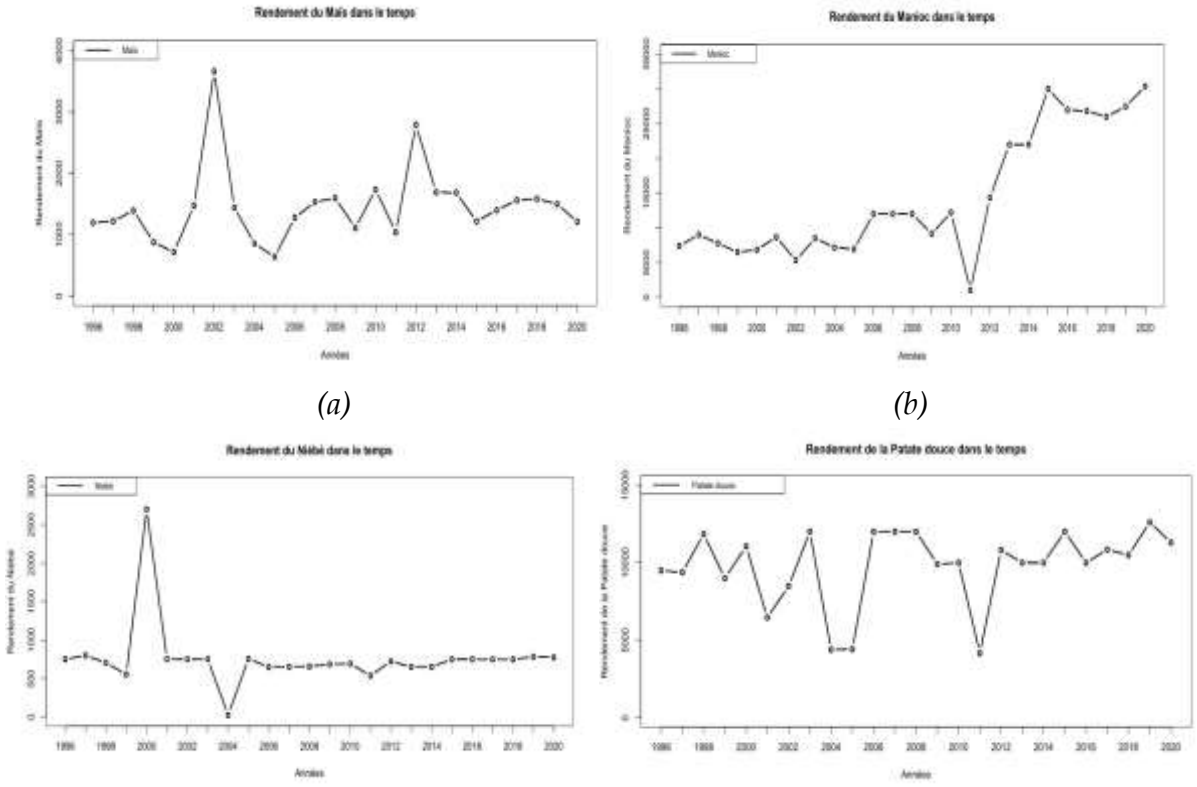
(a) *(b)*

***Figure 7**: Evolution de hauteurs du lac Nokoué et de la pluviométrie à Sô-Ava.*

Ces figures montrent que les hauteurs du lac Nokoué varient considérablement d'une année à l'autre (*a*), atteignant des pics d'environ 120 cm et des creux autour de 50 cm. Leur évolution suit la tendance de la pluviométrie, avec un maximum en 2010, une année extrêmement humide (*Figure 4*), et 2005 comme année de basses eaux. Les changements sont plutôt prononcés, avec une légère tendance à la hausse de moins de 10 % qui n'est pas significative sur la période étudiée. Ces fluctuations pourraient être attribuées à plusieurs facteurs tels que les conditions météorologiques locales, les marées, les aménagements côtiers et les événements extrêmes comme les inondations ou les sécheresses. Les hauteurs côtières annuelles augmentent de juillet à novembre (*b*), période caractérisant la période de crues dans la zone, confirmé par les producteurs de la commune qui commencent les travaux champêtres en mi-novembre, lors de la décrue. Les pluies gonflent rapidement le débit du Nokoué, entre juillet et septembre avant qu'elles ne décroissent pour retrouver en novembre le niveau d'étiage (Orjebin V., 2014).Ainsi, on note un régime hydrologique unimodal avec un pic en octobre. Cette observation est confirmée par celle des Atidégla S.C., Koumassi H.D. (2022) qui soutiennent que le temps de crue est devenu plus précoce qu'à l'époque des années 1980, où il allait d'août à octobre. L'importance des phénomènes naturels et anthropiques sur la dynamique côtière de cette région expliquerait cette variabilité. Pour une analyse approfondie, il serait pertinent de relier ces données aux variables climatiques, aux aménagements côtiers et aux activités humaines.

- **Conséquences agronomiques et alimentaires**

✓ ***Conséquences agronomiques***



(a) *(b)*

(c) *(d)*

***Figure 8**: Evolution de rendements de maïs, manioc, patate douce et niébé à Sô-Ava.*

Le rendement de maïs *(a)* dans la commune de Sô-Ava a varié considérablement d'une à l'autre, suivant une tendance en dents de scie, jusqu'en 2015 où il s'est stabilisé jusqu'en 2020, puis a recommencé à baisser. Les rendements ont fluctué entre 500 Kg/ha et 3500Kg/ha, montrant de grandes disparités. Pour la patate douce *(d)*, les variations interannuelles sont également marquées, alternant de hausse et de baisse de la productivité, parfois avec un pic dépassant 12500 Kg/ha et de faible rendement atteignant 4000 Kg/ha. Le manioc *(b)* présente une évolution similaire en dents de scie, alternant des hausses de production (35000 Kg/ha) et des baisses (500 Kg/ha). Mais depuis 2016, le rendement a atteint un niveau élevé et semble se stabiliser. En revanche, le niébé *(c)* a connu des variations de rendement entre 1996 et 2004, puis une stabilisation jusqu'en 2020, sans fluctuations importantes, mais inférieur à 1000 Kg/ha, bien qu'une il a atteint plus de 2700 Kg/ha.

La patate douce et le maïs seraient les plus vulnérables aux perturbations hydroclimatiques, surtout avec la forte concentration de pluies en une courte période et des températures élevées (enquête sur terrain, 2024). La hausse des précipitations augmente la nébulosité, réduisant la lumière pour la photosynthèse des plantes. Une humidité de l'air élevée favorise l'ouverture des stomates, mais les plantes n'en tirent pas profit pour leur photosynthèse, surtout qu'il y a une forte pollution par le carbone

dans l'air dans le Sud du Bénin, réduisant la pénétration de la lumière et bloquant l'ouverture de stomates (Gheorghe I.F., Ion B., 2011; Otmar U. *et al.*, 2012; Fanourakis D. *et al.*, 2016; Driesen E. *et al.*, 2020). Tous ces rendements restent en dessous de la moyenne de productivité observée dans un climat subéquatorial, sauf celui du manioc. Ces situations soulèvent des inquiétudes concernant la sécurité alimentaire, particulièrement pour les enfants.

- **Relations entre les rendements et les paramètres climatologiques considérés**

Les résultats de régressions linéaires simples ont montré que seule la température minimale montre un lien hautement significatif et positif avec le rendement du manioc (figure).

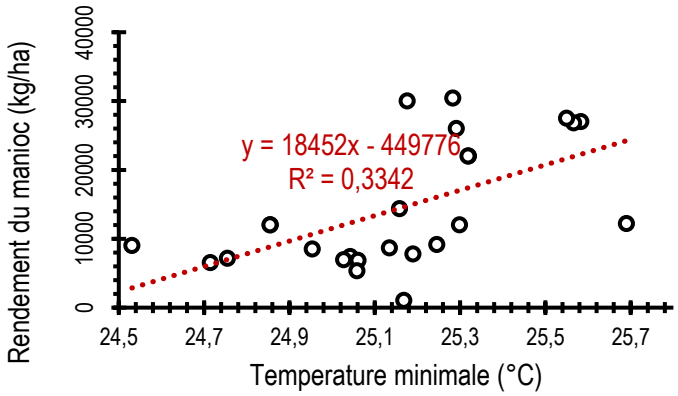


Figure 9: *Relation entre le rendement du Manioc et la température minimale dans la Commune de Sô-Ava.*

Avec un coefficient de détermination R^2 de 0,334 et une p-value de 0,002 au seuil de 0,05. Cela indique qu'une augmentation de la température minimale induit celle du rendement du manioc directement. Le manioc se développe mieux dans les conditions thermiques comprises entre 23 et 25°C tout au long de l'année, les températures minimales de Sô-Ava se situe dans cette marge car oscillant autour de 25°C (Louvain Coopération, 2019).

- ***Conséquences alimentaires***

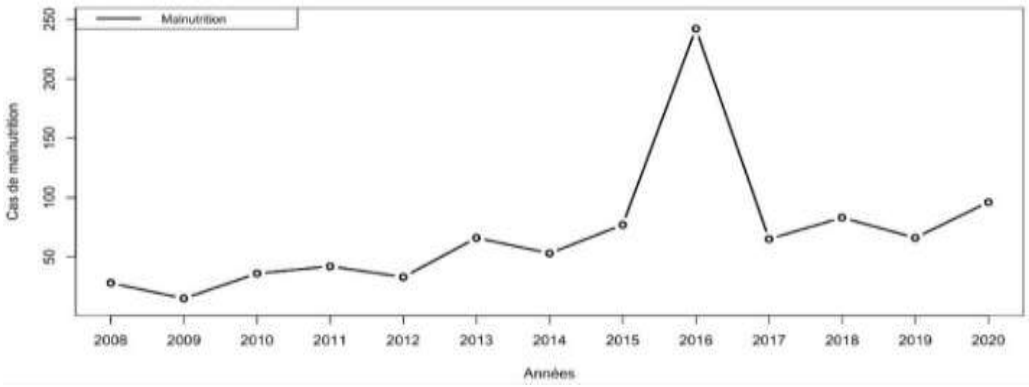


Figure 10*: Evolution de cas de malnutrition des enfants de 6 à 59 mois de naissance dans la Commune de Sô-Ava.*

La figure 9 révèle une augmentation interannuelle continue des cas de malnutrition infantile dans la commune de Sô-Ava, avec un pic en 2016, une année ne présentant pas d'extrême climatique marquant ni de baisse significative de rendement. Cela suggère une nécessité d'explorer d'autres paramètres socio-économiques de Sô-Ava pour comprendre ce phénomène. Le taux d'accroissement des cas de malnutrition a atteint 6,15 % de 2008 à 2020, ce qui est alarmant pour une courte période. Rien n'indique que tous les enfants malnutris ou la majorité d'entre eux, sont pris en charge ou correctement identifiés à Sô-Ava (Entretien au Centre Hospitalier Universitaire de Zone d'Abomey-Calavi/Sô-Ava, 2024). Le mode de vie précaire des habitants contribue à la propagation de la malnutrition, avec 78 % des enfants ne bénéficiant que de deux repas maximums par jour (Enquête sur terrain, 2024).

- **Relations entre l'évolution de cas de malnutrition infantile (moins de 5 ans) et les rendements**

Les régressions ont montré que seul le rendement de maïs a un lien négatif avec l'évolution de cas de malnutrition infantile dans la commune de Sô-Ava. Cela signifie qu'une augmentation de son rendement induit une réduction significative du nombre de cas des enfants malnutris, avec p-value de moins de 0,001. Le maïs serait alors la céréale solution la plus accessible et efficace pour améliorer la santé des enfants de moins de 5 ans. En effet, les céréales et légumineuses sont connues pour être les premiers aliments dans la lutte contre la malnutrition infantile grâce à leur richesse en glucides, protéines, fibres et micronutriments. En revanche, les liaisons positives et hautement significatives (p-value < 0,001) remarquées entre les autres rendements et l'évolution de la malnutrition, pourraient s'expliquer par le manque de données sur une longue période d'au moins 30 ans concernant l'évolution de la malnutrition et les rendements des cultures, ce qui peut induire de biais dans les conclusions car aucune culture peut induire l'augmentation de la malnutrition sauf en cas du déséquilibre de la composition de plats des enfants.

- **Perception des manifestations et stratégies adaptatives face aux contraintes hydroclimatiques**

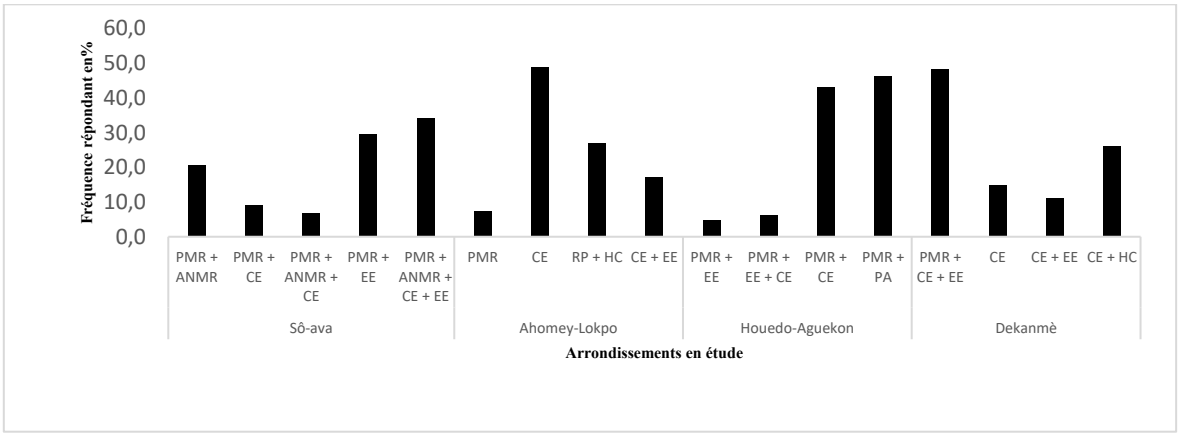


Figure 11 *: Perceptions endogènes de perturbations climatiques à Sô-Ava.*

Avec : ***PMR***=*Prolifération de Maladies et Ravageurs* ***ANMR***=*Apparition de Nouvelles Maladies et Ravageurs* ***CE***=*Carence en Eau/tarissement de cours d'eau* ***EE***=*Excès en Eau* ***RP***=*Retard de pluies* ***HC***=*Hausse de Chaleur.*

Il s'observe une grande hétérogénéité dans la perception des perturbations climatiques parmi les populations des différents arrondissements étudiés. Ahomey-Lokpo affiche le taux de perception le plus élevé, y indiquant une sensibilité accrue aux perturbations climatiques, contrairement à Dekanmey où le taux est plutôt bas. Ces disparités suggèrent que les perceptions sont influencées par des facteurs socio-économiques, culturels et environnementaux. Pour élaborer les meilleures politiques d'adaptation aux changements climatiques, il est important de prendre en compte ces spécificités locales.

Les perturbations climatiques se manifestent à Ahomey-Lokpo, Sô-Ava, Houèdo-Aguékon et Dekanmey par des pluies tardives, des poches de sécheresse, une mauvaise répartition des précipitations et des excès pluviométriques entraînant crues et inondations. Ces contraintes impactent significativement la production agricole et la vie socio-économique des producteurs.

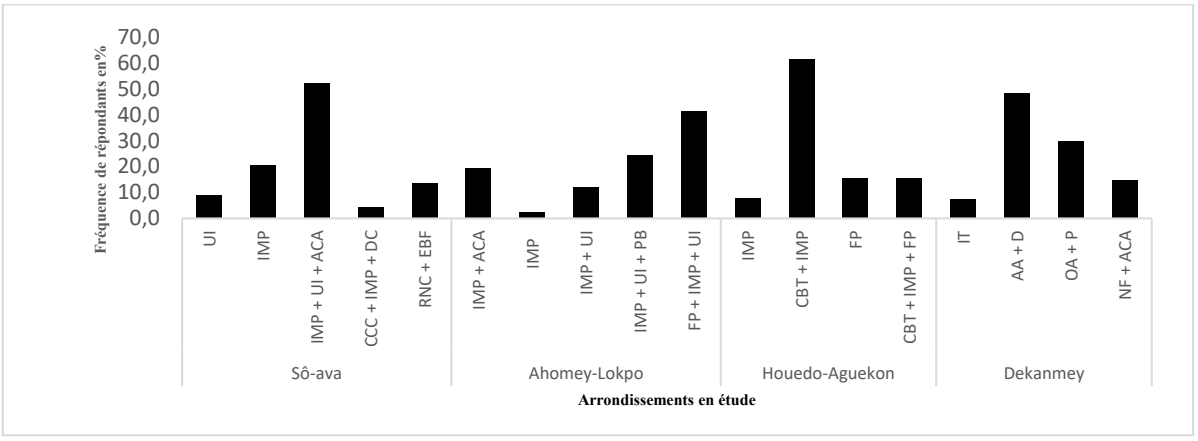


Figure 12*: Stratégies d'adaptation par les producteurs de la commune de Sô-Ava*

Avec : ***UI***=*Usage Insecticide* ***IMP***=*Irrigation par Motopompe* ***ACA***=*Adaptation du Calendrier Agricole* ***CCC***=*Cultures à Cycle Court* ***DC***=*Drainage de champs* ***RNC***=*Recherche Nouvelles Cultures* ***EBF***=*Exploitation de Bas-fonds* ***PB***=*Perpendicularité de billons* ***FP***=*Faiseurs de Pluie* ***CBT***=*Création de Barrages Traditionnels* ***IT***=*Irrigation Traditionnelle* ***AA***=*Abandon de l'Agriculture* ***D***=*Déforestation* ***OA+P***=*Orientation vers l'Artisanat et la Pêche* ***NF***=*Nouvelles Formations.*

Dans l'arrondissement de Sô-Ava 52,3 % ont adopté l'IMP, l'UI et l'ACA. A Ahomey-Lokpo, le recourt aux FP associé à l'IMP et l'UI sont les plus mis en place (41,5 %). A Houedo-Aguekon, 61,5 % des producteurs adoptent la CBT + IMP. Tandis qu'à Dekanmey, la majorité des agriculteurs se sont orienter vers d'autres secteurs, abandonnant l'agriculture ; 48,2 % optent pour l'AA + D. Les poches de sécheresses

combinées à l'irrigation non contrôlée provoquent l'assèchement rapide de certaines sources d'eau dans les arrondissements. Quant au calendrier agricole, les producteurs l'ont ajusté de 15 à 30 jours en réponse aux perturbations climatiques, le semis étant déterminé par la venue de premières pluies. Cette diversité dans la mise en place des stratégies adaptatives d'un arrondissement à l'autre, reflète une adaptation contextuelle aux défis locaux. Ceci montrant qu'ils manquent le soutien d'experts agricoles et climatiques, les obligeant à s'auto-former et à apprendre par l'expérience ou de bouche à oreille.

DISCUSSION DES RÉSULTATS

La présente étude a permis d'évaluer l'influence des paramètres climatologiques sur le rendement des cultures et d'établir un lien avec l'évolution des cas de malnutrition des enfants de moins de 5 ans dans la commune de Sô-Ava au Bénin. Il ressort des résultats obtenus que les céréales et légumineuses sont connues pour être les premiers aliments dans la lutte contre la malnutrition infantile de par leurs richesses en glucides, protéines, fibres et micronutriments à Sô-Ava. Cette affirmation est confirmée par l'étude menée au Bénin par H. H. Sahouegnon et *al.* (2014, p6) qui soutient que les céréales représentent les aliments de base consommés par tous les enfants suivis de légumineuses et noix (91%), les plantes à racines et tubercules occupent la dernière place avec 36%. C'est dans cette même optique que A. A. Sall (2024, p4) affirme que le maïs se positionne comme un pilier essentiel dans la lutte contre la malnutrition des enfants de moins de 5 ans au Sénégal ; grâce à sa richesse en nutriments, son accessibilité et les initiatives de fortification, cette céréale représente une solution viable pour améliorer la santé des enfants. En effet, les paramètres climatiques considérés influencent de façon variable les rendements par ricochet l'évolution des cas de malnutrition. La température a une influence significative et positive sur le rendement du manioc. Ceci poussant à dire que l'augmentation de la température minimale induit celle du rendement du manioc directement. Le manioc se développant mieux dans les conditions thermiques comprises entre 23 et 25°C tout au long de l'année, les températures minimales de Sô-Ava oscillant autour de 25°C (Figure 7) (Louvain Coopération, 2024, p3). Quant à la culture du niébé appelé « haricot magique », les résultats de P. Amougou (2018, p2) ; J-C. Avarre *et al*. (2022, p2-3) et A. Banouwin et C. Assogba (2024, p3) convergent dans le sens qu'ils la qualifient de ressource très intéressante du point de vue nutritionnel, de par sa constitution très riche en vitamines, glucide, protéines et minéraux et pensent que si elle est exploitée et valorisée de manière efficiente, elle pourrait constituer un véritable rempart contre la malnutrition et la dépendance vis-à-vis de certains produits comme le riz, les protéines animales et le blé.

CONCLUSION

Cette étude souligne l'importance de la variabilité hydroclimatique pour le développement agricole et met en évidence la vulnérabilité, des enfants, face aux événements climatiques extrêmes. Les résultats caractérisant les extrêmes hydroclimatiques ont corroboré ceux de plusieurs auteurs dont les recherches ont porté sur Sô-Ava. Cette étude a mis, en plus de cela un accent sur l'évolution pluviométrique inter saisonnière mais aussi l'évolution du lac Nokoué, source des inondations fluviales dans la commune. Contrairement à d'autres recherches, elle se concentre seulement sur le manioc, le maïs, la patate douce et le niébé, ainsi que sur la malnutrition des enfants de moins de 5 ans, un sujet peu exploré et qui demande une attention particulière étant donné son évolution au fil des années.
Des stratégies efficaces de parties prenantes et une réelle volonté politique sont nécessaires pour renforcer les interventions en matière de résilience climatique, de production agricole et de la santé des enfants dans la commune de Sô-Ava.

Perspectives

Le manque de données agronomique et alimentaire sur une vaste période d'étude (30 ans minimum) limite de l'étude et peut introduire de biais dans les analyses. En plus d'un vaste intervalle de temps pour les paramètres à étudier, il faudra étudier d'autres paramètres climatiques suivant un intervalle de temps précis (décadaire, quinquennal ou décennal), approfondir les connaissances sur leur fréquence et intensité avec la phénologie de cultures. Et enfin, évaluer la sécurité alimentaire des enfants de moins de 5 ans selon les normes de l'OMS pour mieux savoir les causes primaires de l'augmentation de cas de malnutrition d'année en année à Sô-Ava.

Remerciements

Le présent article a été réalisé grâce au soutien de la Banque Mondiale et du gouvernement du Bénin à travers le Centre d'Excellence d'Afrique pour l'Eau et l'Assainissement (C2EA), ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué à son élaboration.

Références bibliographiques

ABOUA, Charlemagne Dédègbè. ., HOUGNI, Alexis., HOUGNI, Déo.-Gratias. Jean. Michel., SINHA, Marius. GODONOU, & YAVOEDJI, G. 2021, *Evaluation du rendement en coton-graine de nouveaux génotypes de cotonnier (Gossypium hirsutum L.) sélectionnés au Bénin* : Evaluation du rendement de nouveaux génotypes de coton. Tropicultura, 39(1), 10p.

ALLE, Ulrich. Yvon., VISSOH, Pierre. ., GUIBERT, Hervé., AGBOSSOU, Euloge Kossi.., & AFOUDA, Abel..2013, Relation *entre perceptions paysannes de la variabilité climatique et observations climatiques au Sud-Bénin*. VertigO, 13(3), 25p. https://doi.org/10.4000/vertigo.14361

ASSOCIATION NATIONALE DES COMMUNES DU BENIN. 2019, *Sô-ava* [Blog]. ANCB. https://www.ancb.bj/index.php/association-2/atlantique/so-ava.html

ATIDEGLA CAPO, Séraphin.., & KOUMASSI, Hervé. Dègla. 2022, *Effets de la variabilité climatique sur la production agricole dans la commune de Sô-Ava au Bénin et stratégies d'adaptation*. American Journal of Innovative Research and Applied Sciences, 14(6), p330-338.

COCKER, Fêmi. 2020, *Cartographie et gestion intégrée des ressources en eau dans le contexte des changements climatiques dans la basse vallée de l'Ouémé au Bénin (Afrique de l'Ouest)* [Doctorat]. Ecole Doctorale des Sciences Agronomiques et de l'Eau, 316p.

AZIAN. Dehanlé Donatien,., KOUMASSI. Dègla Hervé,., & VISSIN E xpédit Wilfrid. (2023). *Characterization of hydropluviometric variability in the lower valley of the Ouémé*. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, 10(11), p20-33. https://doi.org/10.22161/ijaers.1011.3

DRIESEN, Elisa, Win den Ende, Maurice DE PROFT et WOUTER Saeys.2020, << Influence des facteurs environnementaux (lumière, CO2, température et humidité relative) sur l'ouverture et le développement des stomates: une synthèse. Zgronomy, 10(12), 1975. https://doit.org/10.3390/agronomy10121975

ENONTIN, DJENONTIN Ignace2006, *Monographie communale de Sô-Ava*. Programme d'Appui au Démarrage de Communes, 40p.

- DIMITRIOS Fanourakis, DIMITRIOS Bouranis, HABTAMU Giday, DÁLIA RA Carvalho, ABDOLHOSSEIN Rezaei Nejad, OTTOSEN Carl-Otto, 2016, *Improving stomatal functioning at elevated growth air humidity* : A review. Journal of Plant Physiology, 207, p51-60. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2016.10.003

LULIANA Florentia Gheorghe et LON BARBU, chapitre 12, The effects of air polluants on vegetation and the role of vegetation in reducing atmospheric pollution *Photodiodes : World Activities in 2011*. BoD - Books on Demand, p241-280. https://books.google.cd/books?id=vRaaDwAAQBAJ&pg=PA241

GNIMASSOU, Marthe Estelle Fifamin, Changement climatique : impact des inondations sur le bien être des personnes handicapées et les stratégies d'adaptation dans la commune de Sô-Ava, République du Bénin.[Mémoire de Master]. Université de Liège, 73p.

GOSSET Marielle, *Hydrométéorologie en zone tropicale : Variabilité pluviométrique et impact hydrologique. Une analyse multi-échelles et multi-capteurs centrée sur l'Afrique de l'Ouest* [Habilitation à Diriger des Recherches, Institut de Recherche pour le Développement (IRD)], 96p.

HOUNGBEME, Pierre 2023, *Impacts de la variabilité pluviométrique sur la production agricole dans la Commune de Sô-Ava* [Mémoire], manuscrit, 56p.

INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET LA DEMOGRAPHIE. 2003, *Troisième recensement général de la population et de l'habitation* (Recensement No. RGPH-3,2002). Ministère charge du plan, de la prospective et du développement, 148

INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE ET LA DEMOGRAPHIE. 2016, *Effectifs de la population des villages et quartiers de ville du Bénin (RGPH-4, 2013)* (Recensement No. RGPH-4, 2013). Primature, 85p.

KODJA, Domiho. Japhet. 2018, *Indicateurs des évènements hydroclimatiques extrêmes dans le bassin versant de l'Ouémé à l'exutoire de Bonou en Afrique de l'Ouest* [PhD Thesis, Université Montpellier; Université d'Abomey-Calavi (Bénin)], 288p. https://theses.hal.science/tel-01869842/

KOUMASSI, Hervé. Dègla 2014, *Risques hydroclimatiques et vulnérabilités des écosystèmes dans le bassin versant de la Sota à l'exutoire de Couberi* [PhD Thesis, Environnement et Société. Université d'Abomey Calavi], 246p. https://hal.science/tel-01572602

LOUVAIN COOPERATION. 2019, *Fiche technique de la production du manioc* (DOC189), 12p. https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2020-09/189.FICHE%20ITINERAIRE%20TECHNIQUE%20DE%20PRODUCTION%20DU%20MANIOC.pdf

MAIRIE DE SO-AVA, & UNICEF. 2015, *Plan de développement communal de Sô-Ava 2016-2020*, Mairie, 146p.

NABOUA, Kouhoundji., IGUE. Atinda.,Mouïnou, VISSIN Expédit Wilfrid,.., & MESANH Guy Apollinaire,.2011, *Maîtrise de l'eau agricole : Une question multi-dimensionnelle à Sô-Ava (Bénin, Afrique de l'Ouest)*. International Journal of Innovation and Scientific Research, 12, p50-63.

ORGANISATION METEOROLOGIQUE MONDIALE. 2012, *Guide d'utilisation de l'indice de précipitations normalisé* (Guide technique No. 1090; Temps-Climat-Eau). OMM, 25p.https://www.droughtmanagement.info/literature/WMO_standardized_precipitation_index_user_guide_fr_2012.pdf

ORJEBIN Vianney 2014, *Les eaux changeantes du lac Nokoué*. https://fr.slideshare.net/slideshow/leseauxchangeantesdulacnokoue/42020647

OTMAR Urbain, KAREL KLEM, Alexandre Ač, HAVRÁNKOVÁ Katerina, HOLISOVA Petra, NAVRÁTIL Martin, ZITOVÁ Martin, KOZLOVA Klara, POKORNY Radek, SPRTOVÁ Mirka, TOMÁSKOVÁ Ivana, SPUNDA Vladimir, Jean Grace... Impact of clear and cloudy sky conditions on the vertical distribution of photosynthetic CO2 uptake within a spruce canopy

VODOUNOU, Jean. Bosco. 2016, *Climate change and agricultural production : Capitalisation of the farming techniques for the food security in Benin*. International Journal of Innovation and Scientific Research, 23(1), 20p.

ZANNOU Jean, 2021, *Histoire resumée de Sô-Ava* [Histoire]. Ministère de la décentralisation et de la gouvernance locale, 5p. https://decentralisation.gouv.bj/commune/20/so-ava/