

Vulnérabilité des Productions Vivrières aux Aléas Climatiques dans le Département du Zou au Bénin

Guy C. WOKOU¹

¹Université d'Abomey-Calavi (UAC) ; Département de Géographie et Aménagement du Territoire (DGAT)

Laboratoire Pierre PAGNEY "Climat, Eau, Écosystème et Développement" (LACEEDE)

BP : 1495 Ab-Calavi (Bénin) ; Tel : (+229) 0197 606 098

Auteur correspondant : Guy C. WOKOU, segla1645@gmail.com



Résumé -- Dans le département du Zou les productions vivrières sont confrontées à une variabilité climatique accrue, marquée par des sécheresses, des inondations et l'érosion des sols. Cette étude vise à caractériser la vulnérabilité des cultures vivrières aux vicissitudes climatiques.

L'approche méthodologique est basée sur la collecte des données, leur traitement et l'analyse des résultats. Les données agricoles et démographiques puis les statistiques des campagnes agricoles ont été utilisées. De plus, les Données climatologiques (hauteurs pluviométriques, températures, humidité relative) sur la période de 1951-2024 obtenues à Météo-Bénin ont permis d'appréhender les tendances climatiques du secteur d'étude. La Méthode Active de Recherche Participative et le focus group sont des techniques utilisées pour la collecte des données.

Les résultats révèlent une vulnérabilité, influencée par des facteurs climatiques, pédo-géographiques et socioéconomiques. La corrélation entre la variabilité pluviométrique et l'évolution des rendements agricoles est analysée à partir du coefficient de Pearson sur la période 1990-2003. Ces situations climatiques préjudiciables aux activités agricoles ont des impacts sur 100 % des producteurs. Elles entraînent une augmentation du stress hydrique (de 5,94 % à 6,23 %) et thermique (1° C) au niveau des plantes et ont pour conséquences, une baisse (34 %) des rendements des principales cultures (maïs, arachide, riz, tomate). Face à ces situations, les producteurs ont développé des stratégies d'adaptation.

Mots clés : Département du Zou, aléas climatiques, productions vivrières, vulnérabilité.

Abstract-- In the Zou Department, food crop production faces increased climate variability, characterized by droughts, floods, and soil erosion. This study aims to characterize the vulnerability of food crops to climatic fluctuations.

The methodological approach is based on data collection, processing, and analysis of results. Agricultural and demographic data, as well as statistics from agricultural seasons, were utilized. Additionally, climatological data (rainfall, temperature, relative humidity) for the 1951–2024 period, obtained from Weather-Benin, were used to understand climatic trends in the study area. Participatory Action Research and focus groups were employed as data collection techniques.

The results reveal a vulnerability influenced by climatic, pedo-geographical, and socio-economic factors. The correlation between rainfall variability and agricultural yield trends was analyzed using the Pearson coefficient for the 1990–2003 period. These climatic conditions, which are detrimental to agricultural activities, affect 100% of producers. They lead to increased water stress (rising from 5.94% to 6.23%) and heat stress (a 1°C increase) in plants, resulting in a 34% decline in yields for major crops (maize, groundnuts, rice, and tomatoes). In response to these conditions, producers have developed adaptation strategies.

Key words: Zou Department, climate hazards, food crop production, vulnerability.

1. INTRODUCTION

Le Bénin, comme la plupart des pays de l'Afrique de l'Ouest est sujet à une variabilité climatique de plus en plus marquée

(Ogouwalé, 2006). Cette variabilité se manifeste par une tendance générale à la baisse de totaux pluviométriques annuels et la survenance des années pluviométriques extrêmement sèches ou pluvieuses (Ogouwalé, 2004).

Pour l'OMM (2006), la forte fréquence des événements pluviométriques extrêmes de ces trois dernières décennies en Afrique de l'Ouest influe sur le fonctionnement hydrologique des cours d'eau et limite la mise en valeur efficiente de leurs potentialités pour l'agriculture. Plusieurs capitales et villes économiques de l'Afrique, surtout celles de l'Afrique de l'Ouest sont soumises aux affres de ces inondations catastrophiques.

Or, au Bénin, l'agriculture est toujours tributaire des facteurs climatiques tels que les précipitations (Ogouwalé, 2001 repris par Gbenou *et al.*, 2016). Le facteur primordial de toutes les activités agricoles est la disponibilité en eau (Aho et Kossou, 1997). L'absence, l'insuffisance, l'excès ou la mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies entraîne des variations pluviométriques brutales (sécheresses ou inondations) qui ont des répercussions profondes sur la vie des populations en général et les agriculteurs en particulier (Toukon, 2001). En effet, sur le plan national, entre 1976 et 1984, environ 46 % des populations ont vu leur situation nutritionnelle se dégrader en raison des péjorations pluviométriques accentuées (Ogouwalé, 2006).

L'agriculture est la principale activité économique des populations du département du Zou (Bénin). Dans ce département, la question des risques climatiques est d'actualité car ces dernières années, les saisons agricoles ont subi de profonds bouleversements avec des effets sur la vie socio-économique.

L'objectif de cette étude est de contribuer à une meilleure connaissance des impacts de la variabilité pluviométrique actuelle sur la production vivrière dans le département du Zou, situé au Nord par le département des Collines, au Sud par les départements de l'Atlantique et de l'Ouémé, à l'Est par le département du Plateau et à l'Ouest par le Couffo et la République du Togo. Le département du Zou s'étend entre les longitudes 1°39'20'' Est et 2°30'50'' Est, et les latitudes 6°57' Nord et 7°31'20'' Nord comme l'indique la figure 1.

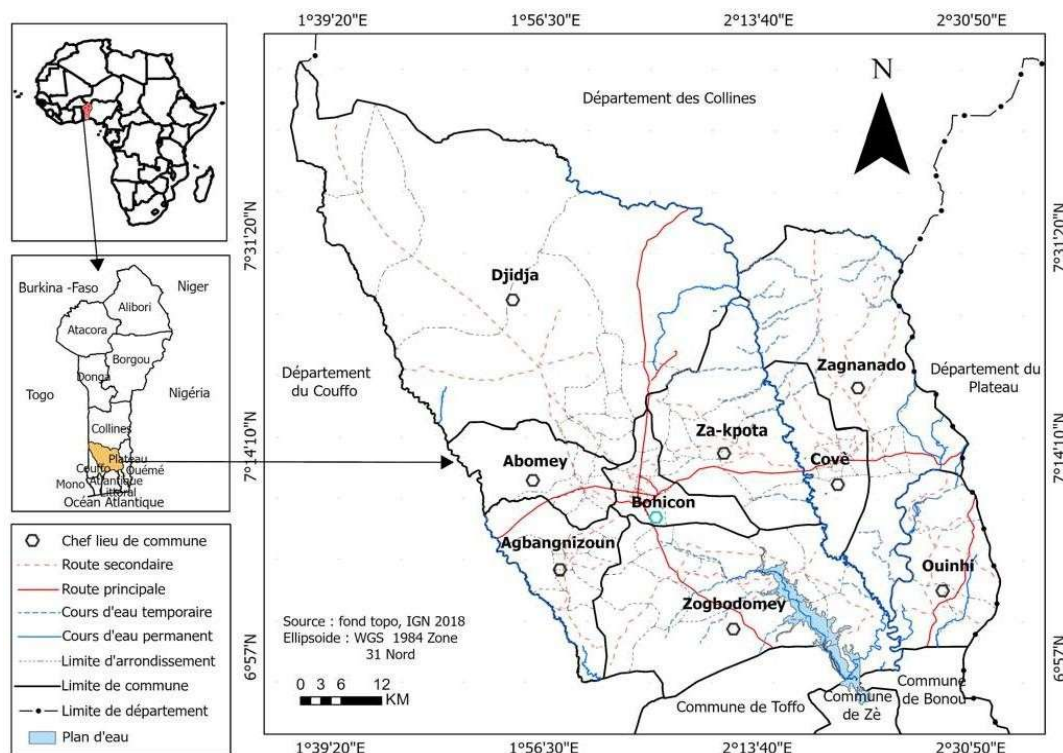


Figure 1 : Situation géographique du secteur d'étude

Le département du zou comprend neuf (9) Communes : Abomey, Agbangnizoun, Bohicon, Covè, Djidja, Ouinhi, Zagnanado, Za-kpota et Zogbodomey. S'étendant sur une superficie de 5 243 km², le Département du Zou compte 427 villages regroupés en soixante-seize (76)

Arrondissements. Le Département du Zou est une zone de plateau de 200 m à 300 m d'altitude. Il y règne un climat de transition entre le climat sub-équatorial et le climat tropical humide de type soudano-guinéen du Nord-Bénin. La moyenne pluviométrique annuelle varie entre 900 mm et 1200 mm d'eau. La période de croissance végétative varie entre 80 jours et 100 jours. Dans le Zou, il y a deux saisons de pluies (Mars à Juillet) et (Août à Octobre). Le calendrier agricole suit le régime des pluies. Les activités les plus dominantes des populations du Département du Zou sont : l'agriculture (44,2%) suivie du commerce, restauration et hébergement (22,7%). Le commerce de détail repose sur la distribution des denrées alimentaires dont les acteurs les plus actifs sont les femmes.

2. Approche méthodologique

Elle s'articule autour des principales étapes suivantes : données utilisées, collecte des données, le traitement des données et l'analyse des résultats.

2.1. Données utilisées

Plusieurs données ont été utilisées dans le cadre de cette recherche. Il s'agit des :

- ✓ Données climatologiques (hauteurs pluviométriques, températures, humidité relative) sur la période de 1951-2024 obtenues à Météo-Bénin.
- ✓ Données socio-économiques (données socio-anthropologiques et économiques) relatives à l'effectif des membres du ménage, le rôle de chaque membre du ménage dans la production agricole afin d'apprécier la perception des producteurs
- ✓ Données pédologiques et édaphiques obtenues à l'INRAB et l'ATDA-Zou afin d'appréhender les propriétés et la capacité des terres agricole. Elles sont complétées par la perception des producteurs pour mieux apprécier les aptitudes des sols
- ✓ Données démographiques l'évolution de l'effectif de la population sur la période de 1979-2013. Ces données, obtenues à l'INStAD permettent d'analyser de manière approfondie les différentes couches sociodémographiques.
- ✓ Données planimétriques sont les cartes utilisées dans le cadre de la réalisation des cartes. Elle permet de déterminer les zones plus favorables à la culture en se basant sur les références écologiques des produits agricoles.
- ✓ Données socio-anthropologiques concernent la perception des acteurs intervenant dans la production agricole.

2.2. Collecte des données

2.2.1. Échantillonnage

Il est constitué des producteurs, des techniciens (TSPV) de l'ATDA-Zou, de la DDAEP Zou-Colline, des responsables des organisations faitières, des personnes ressources provenant des milieux associatifs comme les ONG favorables à la promotion agricole et les autorités locales.

La méthode d'échantillonnage qui est appliquée est la méthode empirique ou raisonnée. Le choix des personnes à interroger est basé sur les critères suivants : être cultivateur actif, peu importe la superficie, ou l'avoir pratiqué ces 10 dernières années, être âgé d'au moins 50 ans.

A cet effet, la taille de l'échantillon a été déterminée suivant la théorie probabiliste de Schwartz D. (1995, p117).

$X = Z_{\alpha} \times \sqrt{pq/i}$ avec x = taille de l'échantillon, $Z_{\alpha} = 1,96$ écart réduit correspondant à un risque α de 5 % ; $p = n/N$ avec p = proportion des ménages (n) par rapport au nombre de ménages agricoles, $q = 1 - p$ et $i = 5$ %. Au total, 329 ménages ont été enquêtés.

Tableau I : Nombre de villages et des chefs de ménage enquêtés dans secteur d'étude

Communes	Villages agricoles enquêtés	Effectif des ménages agricoles	Effectif des ménages enquêtés	Pourcentage des ménages agricoles
Abomey	Gnansata	238	55	16,72
Agbangnizoun	Tanta	109	60	18,23
Bohicon	Sodohomè	365	70	21,28
Covè	Athogon	248	54	16,42
Zagnanado	Zoungoudo	154	40	12,15
Zogbodomey	Zadodagon	327	50	15,2
Total	06	1441	329	100

Source des données : INStAD 2013 et travaux de terrain, 2024

L'analyse de ce tableau I montre que six (06) villages agricoles sont retenus. Il en résulte que l'enquête porte plus sur ces villages agricoles qui produisent dans lesdites communes tels que Gnansata, Tanta, Sodohomè, Zoungoudo, Zadodagon et Athogon.

2.2.2. Techniques et outils de collecte des données

Au nombre des outils utilisés sur le terrain, on note le Global Positionning System (GPS) qui a servi pour géo-référencer les localités et exploitations agricoles parcourues dans le secteur de recherche, l'appareil photo numérique pour la prise de vues instantanées, le carnet de note pour la prise de notes des discours, l'enregistreur pour recueillir les informations vocales.

Au nombre des outils utilisés, il y a : la carte topographique du secteur d'étude pour définir les itinéraires d'investigation sur le terrain, le questionnaire d'enquête adressé aux producteurs afin d'appréhender leurs peines et les stratégies d'adaptation de leurs activités aux contraintes, le guide d'entretien pour des échanges interpersonnel et intergroupe (enquêteur et enquêtés), la grille d'observation pour collecter les signes, traces, impact et autres liés aux effets des événements climatiques sur l'agriculture familiale.

Plusieurs techniques ont été utilisées. Il s'agit de: l'observation directe pour apprécier les effets des contraintes sur la production et sur les conditions de vie des paysans, l'interview (entretien) pour créer un rapprochement avec les acteurs et mettre en confiance les personnes à enquêter, en raison des informations qui concernent leur vie privée, les discussions dirigées de groupe (focus group) sont réalisées. La Méthode Active de Recherche Participative (MARF) pour rester en harmonie avec les populations dans la collecte des informations relatives au développement l'agriculture familiale.

2.3. Traitement des données et analyse des résultats

Les fiches de collecte ont été dépouillées dans la base de données à partir du logiciel IBM SPSS statistics 21 (traitement statistique avec le couplage de Excel 2016), avec le logiciel Xlstat 2008 afin de former les tableaux, figures et graphes.

La variabilité pluviométrique a été déterminée à partir des anomalies centrées réduites. Le calcul des indices pluviométriques a permis d'identifier les années humides (excédentaires) au seuil de 1 et les années sèches (déficitaires) au seuil de -1 suivant

l'indice de Lamb (1983). Ces indices sont obtenus par la formule suivante :

$$x'_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma(x)}$$

Avec x_i représentant le total pluviométrique de l'année i , $\bar{x}$ la moyenne de la série et σ représentant l'écart-type. Le bilan hydrique a été déterminé grâce à la méthode de Franquin. Cette méthode combine les précipitations, l'ETP et $\frac{1}{2}$ ETP. Elle a permis de déterminer les périodes écologiques.

La période est écologiquement sèche lorsque $P < \frac{1}{2}$ ETP. La période est pré-humide lorsque $\frac{1}{2}$ ETP $< P < \text{ETP}$. La période est franchement humide lorsque $P > \text{ETP}$. La période est post-humide lorsque $\frac{1}{2}$ ETP $< P < \text{ETP}$.

Le test de détection de rupture de Pettitt dont l'hypothèse nulle consiste en l'instabilité dans l'égalité des moyennes de deux sous séries issues de la série initiale (Djemon M., 2023, p. 225-), permet d'indiquer les grandes périodes d'évolution de la pluviométrie, du nombre de jours de pluie, des températures et des fortes pluies. La rupture peut se définir comme le point à partir duquel un changement brusque ou saut intervient dans une série chronologique.

-Test de Pettitt : Le test de Pettitt, non paramétrique est dérivé du test de Mann Whitney. L'absence de rupture dans la série X_i de taille N constitue l'hypothèse nulle. La mise en œuvre du test suppose que pour tout instant t compris entre 1 et N , les séries chronologiques $(X_i)_{i=1 \text{ à } t}$ et $t+1 \text{ à } N$ appartiennent à la même population (Pettitt, 1979) et Buishand, 1982).

Ce test repose sur le calcul de la variable $U_{t, N}$ définie par : $U_{t, N} = \sum_{i=1}^t \sum_{j=t+1}^N \text{Dij}$ où $\text{Dij} = \text{sgn}(x_i - x_j)$.

Avec $\text{sgn}(Z) = 1$ si $(Z) > 0$; 0 si $Z=0$ et -1 si $Z < 0$.

Soit K_N , la variable définie par le maximum en valeur absolue de $U_{t, N}$ pour t variant de 1 à $N-1$. Si K désigne la valeur de K_N prise sur la série étudiée, sous l'hypothèse nulle, la probabilité de dépassement de la valeur K est donnée approximativement par : $\text{Prob}(K_N > K) \approx 2 \exp(-6K^2 / (N^3 + N^2))$. Pour un risque α de première espèce donnée, si $\text{Prob}(K_N > K)$ est inférieure à α , l'hypothèse nulle n'est rejetée.

-Test de Buishand et Ellipse de Bois : Le test de Buishand est un test paramétrique dont la statistique est définie à partir du maximum de la somme cumulée des écarts à la moyenne ou à la médiane (la détection d'une rupture temporelle dans une série de données). L'hypothèse alternative de ce test étant un changement brutal La statistique utilisée dans ce test est :

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left(S^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \right)}}$$

de la moyenne, la fonction puissance est estimée en générant des séries à partir de variables normales indépendantes de même variance mais présentant une rupture de la moyenne à partir d'un individu choisi aléatoirement (Hounkponou S. K., 2020, p110).

Avec $\bar{X}_1$ = Moyenne avant l'année de rupture ; n_1 = Nombre d'éléments de la première série ; n_2 = Nombre d'éléments de la 2ème série. S^2 désigne la variance pondérée du groupe entier des deux échantillons soit :

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1} (X_{1,i} - \bar{X}_1)^2 + \sum_{i=1}^{n_2} (X_{2,i} - \bar{X}_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

-le test de Pettitt consiste à découper la série principale de N éléments en deux sous séries. A chaque instant, t est compris entre 1 et $N-1$. La série principale présente une rupture à l'instant t si les deux sous séries ont des distributions différentes. Le test de Pettitt a été choisi pour son utilisation dans de nombreuses études de détection de changement de la stationnarité en Afrique de l'Ouest, pour sa puissance surtout en ce qui concerne le test de rupture et pour sa robustesse (Hounkponou S. K., 2020, p110).

➤ **Analyse des vicissitudes climatiques**

Évolution pluviométrique : L'analyse des hauteurs de pluies a permis d'identifier les périodes de sécheresse et d'humidité dans le département du Zou. Ces périodes ont été déterminées par une étude des variations de précipitations au fil des ans, identifiant les années déficitaires et excédentaires ;

Bilan hydrique : La comparaison entre les précipitations et l'évapotranspiration a permis de caractériser les périodes pré-humide, humide, et post-humide, indiquant les moments favorables ou défavorables pour l'agriculture.

➤ **Méthode d'analyse de la vulnérabilité des productions vivrières**

Pour analyser la vulnérabilité des modes et moyens d'existence, la matrice de sensibilité aux risques climatiques est utilisée (J. Kodja, 2018, p. 49).

Étape 1 : elle consiste à établir la liste des unités d'exposition dans le secteur considéré qui vont être prises en compte dans l'exercice de l'analyse de la vulnérabilité. Ces secteurs ou unités d'exposition vont former les lignes de la matrice de sensibilité ;

Étape 2 : cette étape comporte l'inventaire des risques climatiques les importants dans le secteur de recherche considéré.

Étape 3 : cette étape est celle de l'analyse du niveau de sensibilité. Pour ce faire, cinq niveaux de sensibilité sont considérés comme l'illustre le tableau II.

Tableau II : Évaluation de risque climatique

Valeur de degré de vulnérabilité	Ampleur du risque
1	Faible
2	Assez faible
3	Moyen
4	Assez fort
5	Fort

Source de données : J. Kodja, 2018

- L'indice d'exposition : le tableau III présente le cadre conceptuel de la matrice de sensibilité.

Tableau III : Présentation formelle d'une matrice de sensibilité

Unités d' exposition	Risques climatiques								Indice d' exposition	Rang
	Sécheresse	Inondation	Augmentation de la température	Retard date démarrage/ date semis	Raccourcissement de la saison	Diminution du nombre de jours de pluie pendant la saison de pluie	Répétition des séquences sèches au cours des saisons pluvieuses	Augmentation de la force du vent		
Culture de maïs										
Culture de niébé										
Culture du riz										
Culture du manioc										
Indice d'impact										

Source : J. Kodja, 2018

Cet indice peut être utilisé pour établir une hiérarchisation des risques dans la localité considérée par rapport aux unités d'exposition considérées. L'étude de la vulnérabilité a été conduite à l'aide de l'approche des matrices des risques, une méthode d'analyse de la Banque mondiale (T. Codjo, 2013, p. 68).

3. Résultats et discussions

La recherche documentaire appuyée par les investigations en milieu réel ont permis non seulement de connaître les indicateurs de la variabilité pluviométrique mais également d'évaluer leurs impacts sur les cultures vivrières dans le département du Zou.

3.1. Caractérisation des tendances pluviométriques

Le calcul des indices pluviométriques permet de distinguer les années sèches, normales et humides dans le département du Zou au Bénin. Cet examen présente les indices d'anomalies standardisés des cumuls pluviométriques interannuels dans la station synoptique de Bohicon au sud du Bénin. Ces anomalies sont calculées sur les séries chronologiques 1951-2024 par rapport à la moyenne de la série. La courbe en trait plein est le lissage à pas de temps de 3 ans afin de réduire les erreurs au niveau des données. L'application de l'indice de Lamb montre une tendance à la baisse et une légère tendance à la hausse dans toute la station de Bohicon comme le montre la figure 2.

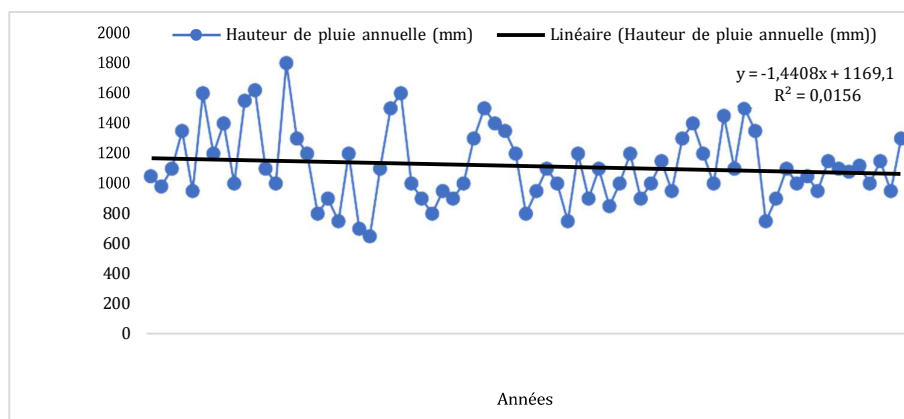


Figure 2 : Evolution des hauteurs pluviométriques annuelles dans la Commune de Bohicon

Source des données : Météo-Bénin, 2026

Il ressort de l'analyse de la figure qu'après les grandes quantités de pluies (1824,4 mm) de l'année 1968, il est constaté, une baisse des précipitations dans la Commune de Bohicon. Ainsi, la pluviométrie moyenne de la commune a connu une légère baisse, avec un coefficient

de régression de -1,1441, sur la période d'analyse. Mais cette tendance à la baisse des pluies est suivie d'une élévation de la fréquence et de l'intensité des précipitations. Cette situation, de la tendance à la baisse des hauteurs demeure sans doute le phénomène climatique le plus remarquable des trois dernières décennies et aura des répercussions sur l'agriculture, les plantes et par ricochet sur les hommes.

3.1.1. Détection de ruptures de stationnarité dans les séries pluviométriques stationnelles

La méthode non paramétrique de Pettitt, le test de Buishand et l'ellipse de Bois ont été appliqués aux séries pluviométriques annuelles (1951-2024) des stations météorologiques retenues pour la rupture de stationnarité (figure 3).

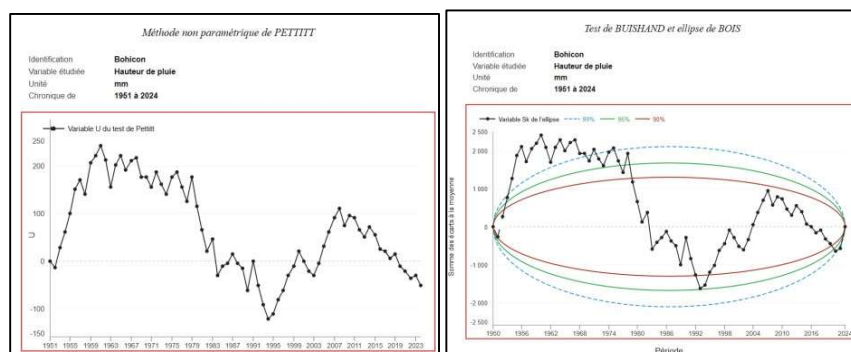


Figure 3 : Test de rupture de stationnarité dans les séries pluviométriques du secteur de recherche

Source des données : Météo-Bénin, 2026

L'analyse de la figure 3 montre l'application du test de Pettitt et de Buishand à la série des données (1951-2024) qui a permis d'identifier à un seuil de significativité de 5 %, une rupture chronologique en 1980 dans le secteur. La série 1951-2024 utilisée peut-être subdivisée en 2 sous-périodes : 1951-1980 et 1981-2024.

3.1.2. Régime pluviométrique moyen mensuel

Les pratiques agricoles nécessitent une bonne connaissance du cycle saisonnier des précipitations, en l'occurrence les séquences sèches au cœur des saisons agricoles actives et la fréquence de jours pluvieux. La figure 4 présente le régime pluviométrique mensuel.

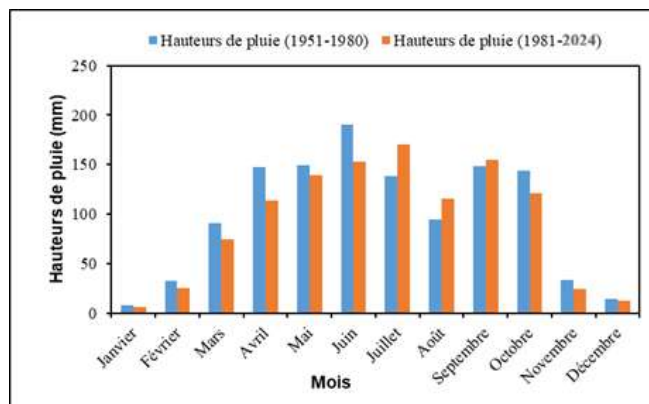


Figure 4 : Variation inter-mensuelle des précipitations entre 1951 et 1980 et entre 1981 et 2024

Source des données : Météo-Bénin, 2026

Il ressort de l'analyse de la figure 4 que sur les deux sous-périodes, la hauteur de pluie augmente de janvier jusqu'en juin et une chute est enregistrée en août. Il ressort que les deux maxima de ce régime sont centrés sur les mois de juin et de septembre. D'où un régime bimodal. Les deux minima sont centrés sur les mois de décembre-janvier et août. Ainsi, l'analyse de la répartition pluviométrique moyenne mensuelle, au cours des deux sous-périodes (1951-1980 et 1981-2024), permet de distinguer quatre (4) saisons. Une première saison qui couvre les mois allant de novembre à février avec une hauteur de pluie moyenne inférieure à 50 mm au niveau des stations (grande saison sèche). La deuxième commence à partir du mois de mars pour finir au mois de juillet (grande saison de pluies). Cette phase est marquée par le premier pic pluviométrique de l'année observée au mois de juin (quelle que soit la sous-période). La troisième saison qui correspond à l'inflexion pluviométrique qualifiée de petite saison sèche, est observée dans la dépression médiane pendant le mois d'août. La quatrième et dernière saison s'étale sur les mois de septembre et octobre (petite saison de pluies).

Par ailleurs, les moyennes pluviométriques mensuelles de la sous-période 1951-1980 sont supérieures à celles de la sous-période 1981-2024, sauf au mois d'août et celui d'octobre. D'où les tendances à la baisse supra-observées.

3.1.3. Régime thermométrique mensuel

Le régime thermométrique minimal et maximal mensuel observé dans le département du Zou est à la hausse. La figure 5 présente l'évolution des températures de 1951 à 2024

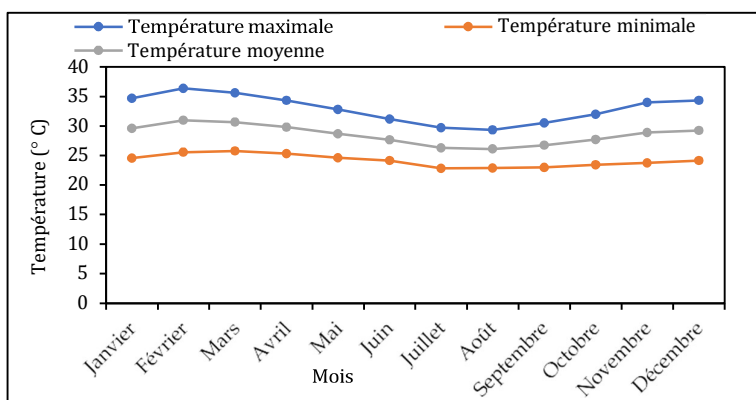


Figure 5 : Variation inter-mensuelle des températures

Source des données : Météo-Bénin, 2026

L'analyse de la figure 5 révèle quelques mois de l'année (Janvier, février, mars, novembre et décembre) ont connu une nette augmentation des températures minimale et moyenne. Les augmentations enregistrées varient entre 1,2 °C (juillet) et 1,93 °C (avril) en ce qui concerne les températures minimales. En ce qui concerne la température maximale, l'augmentation est observée sur tous les mois et est comprise entre 0,32 °C (mars) et 1,13 °C (avril). Le mois ayant enregistré une augmentation remarquable des températures maximales est le mois d'avril.

3.2. Vulnérabilité de la production vivrière aux péjorations climatiques

La vulnérabilité liée à l'agriculture familiale a abordé le degré de la vulnérabilité l'exploitation agricole ainsi que la matrice de sensibilité. Elle varie en fonction des modes et moyens d'existence aux risques climatiques dans le département du Zou.

3.2.1. Élaborations de la matrice de sensibilité des cultures aux perturbations climatiques

L'analyse de la sensibilité s'est focalisée sur l'appréciation faite par les paysans. A cet effet, cinq niveaux d'appréciation ont été retenus. Il s'agit de : Aucun, Moins sensible, Assez sensible, Très sensible et Extrêmement sensible. Le tableau IV présente la matrice de sensibilité des cultures identifiées aux risques climatiques majeurs.

Tableau IV : Matrice de sensibilité des cultures suivant les phases de croissance végétative

Risques	Phases de croissance végétative	Maïs	Manioc	Niébé	Culture de tomate
Arrêts brusques des pluies	Semis/plantation				
	Levée				
	Floraison				
	Maturité				
	Semis/plantation				
	Levée				
Risques	Phases de croissance végétative	Maïs	Manioc	Niébé	Culture de tomate

DPSP	Floraison				
	Maturité				
FPSP	Semis/plantation				
	Levée				
	Floraison				
	Maturité				
DTSP	Semis/plantation				
	Levée				
	Floraison				
	Maturité				

Source des données : Travaux de terrain, 2024

Aucun		Moins sensible		Assez sensible		Très sensible		Extrêmement sensible	
-------	--	----------------	--	----------------	--	---------------	--	----------------------	--

La sensibilité au péjoration climatique fait référence à la proportion dans laquelle un élément exposé aux faits climatiques est susceptible d'être affecté, favorablement ou défavorablement, par la manifestation d'un aléa climatique. Ainsi, le maïs et le niébé sont extrêmement sensibles respectivement pendant la phase de maturité et de levée aux arrêts brusques des pluies. Les cultures de manioc et de tomate ne présentent pas une sensibilité extrême aux risques climatiques. Cette situation leur permet de pouvoir se développer dans le milieu sans les perturbations climatiques majeures. Aussi, ces cultures ne présentent aucune sensibilité liée aux péjorations climatiques recensés.

3.2.2. Élaborations de la matrice d'exposition des principales cultures

L'exposition correspond à la nature et au degré auxquels un système est exposé à des variations climatiques significatives sur une certaine durée. L'analyse de l'exposition des cultures aux péjorations climatiques a été faite par un système d'affectation des codes présentés de 1 à 5.

Le tableau V présente le niveau d'exposition des cultures vivrières aux péjorations climatiques.

Tableau V : Matrice d'exposition des cultures vivrières aux péjorations des changements climatiques

Cultures	Péjorations climatiques				
	Arrêts brusques des pluies	DPSP	FPSP	DTSP	Indicateurs d'exposition
Maïs	3	1	2	4	100%
Manioc	1	1	1	2	50 %
Niébé	3	1	2	3	95%
Culture de tomate	3	2	2	1	60%
Total	10	5	7	10	-
Indicateurs d'ampleur	50%	25%	35%	50%	-

Source : Traitement des données, décembre 2025

L'analyse du tableau V montre que la culture du maïs est plus exposée aux faits climatiques que les trois autres cultures. Elle présente un niveau d'exposition le plus élevé (100%) parmi ces cultures ciblées. Cette culture est suivie de celle du niébé avec un risque d'exposition de 95 %. La culture de tomate est la moins exposée aux risques climatiques. Cela justifie sa forte croissance en termes de système agroforesterie dans le milieu de recherche. Aussi, les phénomènes climatiques les plus remarquables sont les arrêts brusques des pluies et le démarrage tardif de la saison pluvieuse. Les fins précoces (35 %) ont d'influence sur les rendements vivrières. D'une manière ou d'une autre, les cultures sont vulnérables aux péjorations climatiques et affectent significativement les rendements agricoles.

La planche 1 montre l'effet des contraintes agro-climatiques sur la culture de maïs.



Planche 1 : Culture de maïs soumise à des contraintes agro-climatiques dans le département du Zou

Prises de vues : G. WOKOU, Août, 2024

L'observation de la planche 1 montre l'état du champ de maïs (1.1) pratiqué par le paysan Comlan soumis à des pluies tardives et irrégulières et celui (1.2) de l'agricultrice Koboudé aux démarrages tardifs des pluies. Les cultures subissent plusieurs contraintes agro-climatiques qui sont à la base de la faiblesse des rendements.

3.2.3. Élaborations de la matrice de capacité d'adaptation aux perturbations climatiques

Le renforcement de l'analyse de vulnérabilité a été fait à travers la capacité d'adaptation développée par les producteurs. Le tableau VI présente la matrice d'analyse de la capacité d'adaptation des cultures aux risques climatiques.

Tableau VI : Matrice d'analyse de la capacité d'adaptation des cultures aux risques climatiques

Cultures	Aléas climatiques				Capacité d'adaptation des cultures
	Arrêts brusques des pluies	DPSP	FPSP	DTSP	
Maïs					Extrêmement faible
Manioc					Peu élevée
Niébé					Faible
Culture de tomate					Faible

Source : Traitement des données, décembre 2025

L'analyse du tableau VI montre que les producteurs développent des capacités d'adaptation face aux perturbations climatiques affectant les cultures vivrières. Trois niveaux d'appréciation ont été identifiés. La capacité d'adaptation est extrêmement faible pour le maïs, très sensible aux déficits pluviométriques. Un niveau d'adaptation peu élevé est observé pour le manioc et la tomate, en raison des effets des températures élevées et des irrégularités des pluies qui réduisent les rendements et favorisent les maladies. La capacité d'adaptation est faible pour le niébé, malgré une certaine tolérance climatique, car cette culture reste sensible aux arrêts brusques des pluies et aux poches de sécheresse. Ces différents niveaux de sensibilité poussent les producteurs à renforcer progressivement leurs stratégies d'adaptation aux risques.

3.3. Perspectives d'adaptation aux péjorations climatiques

Les processus d'adaptation doivent être localisés et adaptés à la situation, intégrés et flexibles.

Dans une perspective plus ample, l'adaptation doit être incluse dans le développement durable, avec les implications des péjorations climatique incorporées dans tout programme de développement, processus décisionnel et mise en œuvre. Pour atteindre cet objectif, les moyens et mesures ci-dessous peuvent être utilisés afin d'appuyer les efforts d'adaptation au niveau des institutions, des écosystèmes, des moyens de subsistance et des systèmes de production.

3.3.1. Sélection de variétés encore plus résilientes

La sélection de variétés vivrières plus résilientes repose sur des recherches menées par des instituts agronomiques, des généticiens et des sélectionneurs locaux. Elle consiste à identifier, par croisement ou sélection génétique, des plantes capables de mieux résister aux contraintes climatiques. Cette démarche s'appuie sur la diversité génétique des variétés traditionnelles, des espèces sauvages apparentées et des biotechnologies modernes comme la sélection assistée par marqueurs.

Dans le contexte actuel de changement climatique, cette sélection vise à développer des plantes capables de supporter des conditions de culture de plus en plus extrêmes et imprévisibles. Elle permet de réduire les pertes de rendement liées aux sécheresses ou aux inondations, de limiter l'usage des intrants chimiques grâce à une meilleure résistance naturelle aux maladies, et d'améliorer la résilience économique des exploitations agricoles.

Cette approche est particulièrement importante dans les régions vulnérables comme le Sahel, l'Asie du Sud ou certaines zones d'Amérique latine, où l'agriculture dépend fortement des pluies. Toutefois, la réussite de ces innovations dépend aussi de leur acceptation par les producteurs. Les variétés proposées doivent répondre à leurs besoins en matière de rendement, de qualité, de facilité de culture et de valorisation commerciale. D'où l'importance d'impliquer les agriculteurs dans les processus de sélection participative.

4. Discussion

Les vicissitudes climatiques sont les défis du développement vivriers et rural auxquels sont confrontés les pays en développement. En Afrique de l'Ouest, on note une irrégularité dans la mise en place de la mousson, ce qui pourrait justifier l'instabilité intra-saisonnière des pluies. Cette tendance est équivalente aux résultats de Khachani S. et Mellouki Y., 2024, p668 qui montrent que l'agriculture est confrontée à de nombreux défis, notamment la dégradation des sols, l'appauvrissement des ressources naturelles, les changements climatiques et la faible productivité.

Il ressort de cette étude que les hautes températures, les sécheresses, les inondations et les vents violents sont les principaux facteurs de risque pour l'agriculture. Ces résultats concordent aux résultats de Idrissou Y., 2020 p5 qui certifient que les producteurs locaux perçoivent les impacts liés à ces facteurs de risque et sont conscients des modifications observées dans les dates de début et de fin de la saison agricole, les calendriers culturaux et, surtout dans les rendements agricoles qui sont de plus en plus aléatoires et médiocres en conditions pluviales. Les menaces liées à la dégradation et à la restriction des terres agricoles sont également réelles sur la productivité agricole dans les différents milieux. De même, les résultats issus de la présente recherche sur les vicissitudes climatiques sont similaires aux travaux de Ahoyo Adjovi N. R., Abdel - Agboton A. G., Quenum F., Miassi Y. E., Dossa F. K. et Adédémi O., 2019 ; pp39-40 qui révèlent que l'évolution de la pluviométrie sur la période allant de 1995 à 2015 est irrégulière avec une hausse annuelle des températures moyennes. Cette situation affecte la culture de maïs qui est fortement tributaire de ces deux facteurs climatiques.

Mieux, les résultats de l'étude révèlent que plusieurs facteurs influencent la production vivrière dans le milieu de recherche. Cette conception est similaire aux résultats de Koné M. et Afouda O. C., 2020, p114 qui attestent que la variabilité intra-saisonnière engendre des facteurs climatiques nuisibles à la production vivrière. Il ressort des enquêtes que les risques climatiques les plus fréquents dans le milieu d'étude sont principalement la baisse des pluies, la hausse des températures, les séquences sèches longues, le démarrage tardif des pluies, la fin précoce de la saison des pluies ainsi que de forte pluies. Ces résultats corroborent ceux des auteurs Kindjinou (A., 2022 p.97 et Koumagnon D., 2024 p477) qui

confirment que la variabilité intra-saisonnière se traduit par des débuts de saison tardifs et des fins, de saison précoce. A cela, s'ajoute des séquences sèches et humides en pleine saison pluvieuse. Les changements climatiques font peser sur l'agriculture une menace réelle. Dans un tel contexte, il est donc impératif de mettre en place des stratégies d'adaptation telles que l'utilisation des semences résistantes à la sécheresse, le décalage des dates de semis, le système d'arrosage et l'irrigation, la gestion efficace de l'eau et des fertilisants ainsi que la diversification des cultures pour atténuer les effets de ces transformations climatiques (Hounzinme S. S., 2020, p141).

Ainsi, pour relever les contraintes climatiques et écologiques du milieu d'étude, les producteurs ont mis en œuvre des perspectives d'adaptation qui se rapportent à la sélection de variétés encore plus résilientes, la mise en place de systèmes d'alerte et de prévisions météo locales, les techniques de gestion de l'eau, la diversification des cultures. Ces résultats sont assimilables aux résultats des auteurs (Parrod C., 2020, p 03 et Gbaguidi H., 2022, p897) qui approuvent ces mesures sont nécessaires pour protéger les moyens de subsistance des paysans et renforcer la résilience des agriculteurs face à des conditions climatiques imprévisibles. Au regard de l'analyse des difficultés liées à la mise en œuvre des stratégies d'adaptation, la capacité d'adaptation des producteurs agricoles peut être jugée moyenne. Des solutions plus efficaces et durables doivent y être apportées par les institutions nationales et internationales, publiques et privées

Conclusion

La présente recherche a permis d'analyser les influences des aléas climatiques sur la production vivrière dans le département du Zou au Bénin. Si les variétés à cycles courts sont une réponse pertinente face à la dégradation climatique, elles ne sont pas immunisées contre les effets sévères de la crise pluviométrique. Celle-ci perturbe l'ensemble du cycle de culture, depuis la germination jusqu'à la récolte, entraînant des pertes économiques et alimentaires importantes. L'avenir de l'agriculture dans les régions vulnérables passe par une adaptation continue, combinant innovations techniques, prévoyance climatique, et appui aux communautés rurales. Une approche intégrée, participative et durable est nécessaire pour sécuriser la production face à un climat de plus en plus imprévisible.

REFERENCE

- [1]. AHO N. et KOSSOU D., 1997. *Précis d'agriculture tropicale : bases et éléments d'applications*. Les Éditions du Flamboyant, Cotonou, 464 p.
- [2]. AHOYO ADJOVI Nestor René, AGBOTON Abdel-Aziz Gérard, QUENUM Florent, MIASSI Yann Emmanuel, DOSSA Fabrice Kossivi et ADEDEMI Oswald, 2019, « Variation climatique et production vivrière au Sud-Bénin : cas de la commune de Bohicon », *Afrique Science*, vol. 15, n° 2, pp. 32-43.
- [3]. BUIHAND T.A., 1982. *Some methods for testing the homogeneity of rainfall records*. *Journal of Hydrology*, 58, 11-27.
- [4]. CODJO Thierry, 2013, *Aménagement hydro-agricole pour la réduction de la vulnérabilité et l'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans la commune d'Adjohoun*, Mémoire de Master II de Gestion des Risques et Catastrophes. MIRD/FLASH, UAC, 96 p.
- [5]. DJEMON Model, 2023, « Changement climatique et activités humaines : quels impacts sur la morphologie du fleuve Logone ? », *Environnement et Dynamique des Sociétés*, n° 009, pp. 221-238.
- [6]. FAO, FIDA, OMS, PAM et UNICEF, 2018, *L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde, Renforcer la résilience face aux changements climatiques pour la sécurité alimentaire et la nutrition*. Rome, FAO, 218 p.
- [7]. FAYE Mbagnick, FALL Ababacar, FAYE Guilgane et VAN HECKE Etienne (2018), *La variabilité pluviométrique et ses incidences sur les rendements agricoles dans la région des Terres Neuves du Sénégal oriental*. Belgeo [En ligne], consulté le 30 avril 2019. DOI : 10.4000/belgeo.22083.
- [8]. GBAGUIDI Hippolyte E., AVAHOUNLIN Ringo F., KÉLOMÉ Nelly C. et VISSIN Expédit W., 2022, « Identification des

dates de démarrage et de fin des saisons pluvieuses dans la zone agroécologique 5 du Bénin (Afrique de l'Ouest) », *International Journal of Innovation and Applied Studies*, vol. 36, n° 3, pp. 892-903.

- [9]. GIEC [Groupe d'experts Intergouvernemental pour l'Évolution du Climat], 2007, *Changements climatiques*, Rapport spécial, Résumé synthétique par le Mouvement Ingénieurs Engagés, GIEC Cambridge, 35 p.
- [10]. HOUNZINME Sènadé Sylvie, CHANHOUN Comlan Silvère Landry, TEKA Oscar et OUMOROU Madjidou, 2020, « Effets de la variabilité climatique sur le rendement de quelques cultures vivrières dans le Nord-Est du Bénin », *European Scientific Journal*, vol. 16, n° 12, pp. 137-155.
- [11]. IDRISSOU Yaya, SEIDOU Alassan Assani, TOSSOU Fréjus Mahougnon, WOROGO Hilaire Sorébou Sanni, BACO Mohamed Nasser, ADJASSIN Josias Steve, ASSOGBA Brice Gérard Comlan et TRAORÉ Ibrahim Alkoiret, 2020, « Perception du changement climatique par les éleveurs de bovins des zones tropicales sèche et subhumide du Bénin : comparaison avec les données météorologiques », *Cahiers Agricultures*, vol. 29.
- [12]. ISSA Sani Maman, 2012, *Changements climatiques et agrosystèmes dans le moyen Bénin : impacts et stratégies d'adaptation*, Thèse de Doctorat unique, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 273 p.
- [13]. KHACHANI Souad et MELLOUKI
- [14]. Yousra, 2024, « L'impact du changement climatique en Afrique et les stratégies de lutte contre ses effets à la lumière de l'expérience du Maroc », *African Scientific Journal*, vol. 3, n° 22, pp. 665-674.
- [15]. KINDJINOU André, ADOUGAN Bernadette, HOUNKANRIN Barnabé, KOUMASSI Hervé, YABI Ibouaïma et TOKO IMOROU Ismaïla, 2022, « Variabilité intra-saisonnière des précipitations et production agricole dans le Pôle de Développement Agricole II du Bénin », *Afrique Science*, vol. 21, n° 1, pp. 96-108.
- [16]. KODJA Japhet, 2018, *Indicateurs des événements hydroclimatiques extrêmes dans le bassin versant de l'Ouémé à l'exutoire de Bonou en Afrique de l'Ouest*, Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-calavi, 288 p.
- [17]. KONÉ Moussa et AFOUDA Olouwafèmi Clarisse, 2020, « Perceptions et stratégies d'adaptation des producteurs des cultures pluviales et maraîchères dans le contexte du changement climatique à Nikki au Bénin », *Revue de Géographie Tropicale et d'Environnement*, n° 1, pp. 110-119.
- [18]. KOUMAGNON D. Raymond W. A., 2024, « Contraintes et effets socio-économiques de la production rizicole dans la Commune d'Adjohoun (Bénin) », *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, vol. 45, n° 2, pp. 477-484.
- [19]. OGOUWALE Euloge, 2004, *Changements climatiques et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional*, Mémoire de DEA, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.
- [20]. OGOUWALE Euloge, 2006, *Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire*, Thèse de Doctorat unique, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 277 p.
- [21]. OGOUWALE Euloge, WOROU Rosalie, YABI Ibouaïma, TOKO Ismaïla, ETENE Cyr, EZIN Vincent, ATIDOGBE Gibert, KOUMASSI
- [22]. Hervé, WOKOU Guy, BOKO Patrice et HOUNKARIN Barnabé, 2018, « Vulnérabilité des agrosystèmes aux changements climatiques dans le deuxième pôle de développement agricole : analyse diagnostique et modélisation prospective (VULNAGROSY) », In *Programme Fonds compétitifs de recherche*, phase III, 2019-2024. Université d'Abomey-Calavi (Bénin), p.275-308.
- [23]. PARROD Camille, GEORGE Emmanuelle, CHAIX Christophe et VINCENTI Sabine, 2020, «Vulnérabilité et adaptation aux effets du changement climatique dans le Haut-Chablais : enseignements d'une démarche

d'accompagnement », *Sciences Eaux & Territoires*, numéro hors-série, pp. 1-7.

- [24]. PETTITT A. N., 1979, A non-parametric approach to the change-point problem », *Applied Statistics*, vol. 28, n° 2, pp. 126-135.
- [25]. PETTITT A.N., 1979. *A non-parametric approach to the change-point problem. Applied Statistics*, 28(2), 126-135.
- [26]. TABOU Talahatou, 2014, *Vulnérabilité des troupeaux transhumants aux contraintes climatiques : Perceptions et adaptations communautaires dans les communes de Malanville et de Karimama*, Mémoire de Diplôme d'Études Approfondies en Géographie. UAC/ EDP/FLASH, 100 p.
- [27]. TOUKON C., 2001. *Caractérisation de la variabilité du régime hydrologique ouest-africain et ses impacts sur la production vivrière : cas du maïs au Bénin*. Mémoire d'Ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 105 p.
- [28]. WAÏDI Seydou, 2020, *Vulnérabilité du paysannat aux changements climatiques dans la dépression médiane au Sud-Bénin*, Thèse de Doctorat unique, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 257 p.