

Research Article

IMPACTS DE LA MANIFESTATION DES ALEAS HYDROCLIMATIQUES SUR LES ACTIVITES SOCIO-ECONOMIQUES DANS LE BASSIN VERSANT DE LA PENDJARI AU BENIN

¹Jean SODJI, ^{2,*} Pierre OUASSA, ²Expédit Wilfrid VISSIN

¹Laboratoire de Géographie Rurale et d'Expertise Agricole (LaGRE), FASHS, Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

²Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

Received 20th May 2023; Accepted 21th June 2023; Published online 30th July 2023

RÉSUMÉ

La dépendance de l'Afrique de l'ouest aux incidences accrues des aléas hydro-climatiques extrêmes augmente la vulnérabilité des différentes activités socio-économiques face aux risques qui en découlent. Cette recherche contribue à une meilleure connaissance de la vulnérabilité des activités socio-économiques aux risques hydro-climatiques dans le bassin béninois de la Pendjari. L'approche méthodologique utilisée a consisté en la collecte et au traitement des données pluviométrique et hydrologique sur la période allant de 1965 à 2017. Cela a donc permis de caractériser les risques hydro-climatiques dans le bassin versant à travers l'analyse de la vulnérabilité interannuelle des hauteurs de pluies et des débits maximaux journaliers à l'aide du modèle PEIR. Les différents résultats obtenus suites aux traitements des données révèlent que le bassin versant de la Pendjari est soumis à des risques hydro-climatiques dont les majeurs perçues par les populations sont les inondations (82,56%), les poches de sécheresse (68,25%), les érosions routières (35,22%), les vents violents (46,74%), le démarrage tardif des pluies (18,62%) et la fin précoce des pluies (42,11%). Les acteurs les plus exposés sont les paysans (76%), les commerçants (tes) et transformateurs (trices) avec un indice d'exposition de 60%. La survenance de ces événements cause assez de dégâts socio-économiques aux systèmes naturels et humains. De ce fait, il urge d'adopter des mesures pour augmenter la résilience de ces événements et rendre efficace les mesures d'adaptation déjà prises par les producteurs.

Mots clés: Bassin-Pendjari, Risques hydro-climatiques, vulnérabilité, activités socioéconomiques.

INTRODUCTION

Les sociétés modernes sont aujourd'hui de plus en plus confrontées aux conséquences des extrêmes climatiques : augmentation des températures, multiplication des phénomènes extrêmes, fonte des glaciers et montée du niveau des océans GIEC, (2007 et 2022). Selon la FAO, (2014), le nombre de catastrophes naturelles s'est considérablement amplifié dans le monde au cours des dernières décennies. Ainsi les risques hydro-climatiques constituent une préoccupation majeure en matière d'aménagement et de gestion du territoire. En Afrique subsaharienne, ils sont liés à la variabilité climatique (Fontaine *et al.*, 2012). Ces impacts découlent principalement de l'augmentation de la température et des changements du cycle de l'eau qui influencent aussi bien les conditions climatiques moyennes que leurs extrêmes, avec d'importantes répercussions sur la vie socio-économique et sur l'environnement (GIEC, 2019). La pression humaine est forte sur les écosystèmes aquatiques, à cause des multiples fonctions et services qu'ils remplissent, et cela d'autant plus que la récession pluviométrique des dernières décennies fait peser une menace sur les ressources en eau du continent et qu'il s'agit de sociétés paysannes traditionnelles (Amoussou, 2010). Ainsi, en Afrique au sud du Sahara et au Bénin, les variabilités climatiques ont un impact direct sur la production agricole, puisque les systèmes agricoles dépendent en partie de la nature du climat (Sounouke *et al.*, 2022). Cet impact est particulièrement important dans les pays en développement où l'agriculture est presque exclusivement pluviale sans aucune alternative d'irrigation et constitue la principale source d'emplois et de revenus pour la majorité de la population (Ahossin *et al.*, 2023)

Au Bénin, les productions agricoles sont fortement tributaires des précipitations. Les variations pluviométriques constituent une grande menace pour les populations (Yabi, 2019). Comme d'autres bassins versants au Bénin, le bassin versant de la Pendjari connaît plusieurs impacts liés aux risques hydro-climatiques. Ces impacts touchent en effet les activités socio-économiques des populations du milieu ; ces derniers qui vivent pratiquement des productions agricoles. Cette recherche vise donc à contribuer à une meilleure connaissance des dommages créés par les aléas hydro-climatiques dans le bassin versant de la Pendjari au Bénin.

SECTEUR D'ÉTUDE

Le bassin Béninois de la Pendjari est situé entre les parallèles 10°21' et 10°46' de latitude nord et les méridiens 1°12' et 1°38' de longitude est. Le bassin versant béninois de la Pendjari est sous l'influence du climat soudanien (climat tropical chaud et humide) ou soudano-guinéen qualifié d'atacorien (Houndénou, 1999). Il est caractérisé par une alternance d'une saison sèche et d'une saison pluvieuse. La saison pluvieuse de 5 à 6 mois (mai à octobre) est dominée par les flux de mousson, mais aussi ceux liés aux lignes de grains, génératrices de fortes averses sur la région. La pluviosité est de 1131,3 mm. Les mois de juillet, août et septembre sont les plus pluvieux avec une moyenne de 227,5 mm par mois. Les températures restent élevées toute l'année mais elles ne sont jamais excessives. Les moyennes annuelles varient de 26,8°C à 27,7°C, soit une augmentation de 0,9°C sur la période 1965-2017. Ces moyennes, constamment élevées et presque homogènes pour l'ensemble de la région ne constituent pas un facteur limitant pour les activités agricoles. Les sols rencontrés dans le bassin de la Pendjari sont généralement latéritiques, gravillonnaires, graveleux, sablonneux, argileux (Le Barbé *et al.*, 1993). Ces sols sont pour la plupart lessivés, ce qui a considérablement réduit leur fertilité à cause

*Corresponding Author: Pierre OUASSA,

²Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE), Université d'Abomey-Calavi, Bénin.

de la forte dégradation dont ils sont l'objet et qui est liée, entre autres, aux techniques culturelles inadaptées pratiquées par les populations et la faible capacité de gestion des eaux de drainage. Les sols lessivés à concrétion et les sols lessivés indurés sont caractéristiques de la plaine de Gourma et sont modérément aptes à la plupart des spéculations agricoles cultivées dans le bassin béninois de la Pendjari (Idiéti, 2012).

Le réseau hydrographique du bassin versant de la Pendjari est contrôlé par la rivière Pendjari qui prend sa source à Pèporiakou (dans la Commune de Natitingou. En effet, longue de 420 km au Bénin, la Pendjari est le principal cours d'eau de la portion nationale du Bassin. Ce "fleuve" est alimenté par de nombreux affluents et sous affluents pour la plupart temporaires (ne coulant qu'en saison des pluies) (Le Barbé *et al.*, 1993 ; Houndénou, 1999). La figure 1 présente la situation géographique du bassin béninois de la Pendjari à l'exutoire de Porga.

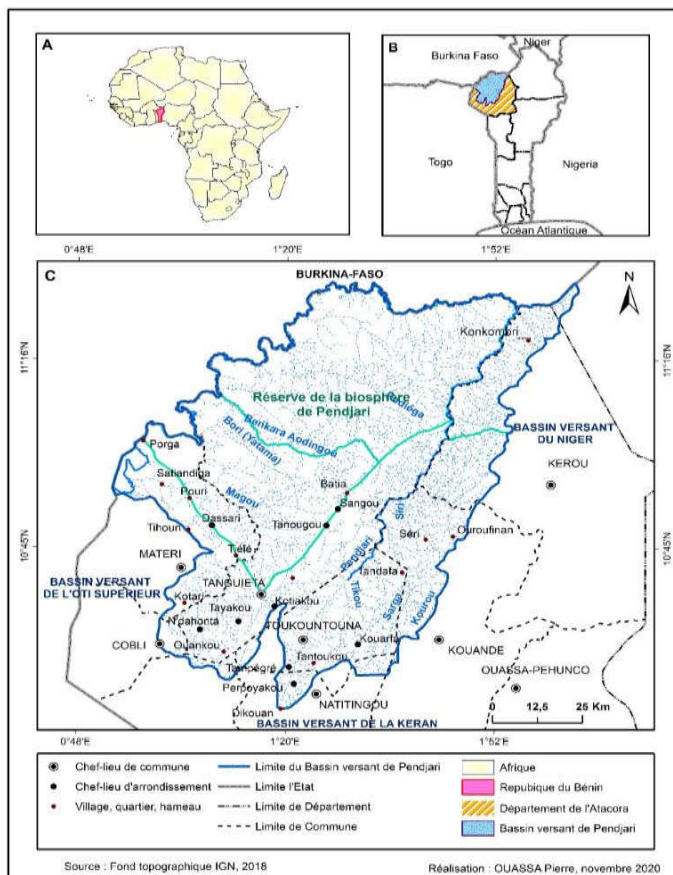


Figure 1 : Situation géographique du bassin de la Pendjari au Bénin

DONNÉES ET MÉTHODES

Données utilisées

Les données utilisées dans le cadre de cette recherche sont :

- Les statistiques climatologiques : pluviométrie (mensuelle et annuelle) et température de la station synoptique de Natitingou de la période d'étude (1971 à 2018) ont été extraites des fichiers de Météo-Bénin ;
- Les statistiques hydrométriques (débits mensuels) sur la période 1971 - 2018 ont été tirées des bases de données du service de l'Hydrologie de la DG-Eau. Le tableau II fournit des informations sur les données hydrométriques disponibles du bassin béninois de la Pendjari.
- Les données socioéconomiques et démographiques, qui ont permis de faire la répartition de la population, la taille des

ménages agricoles et les groupes socioculturels présents dans le bassin versant de la Pendjari sont recueillies à l'INSAE;

- Des informations qualitatives recueillies lors des investigations socio - anthropiques. Ces informations portent sur la connaissance des impacts socio-économiques des risques hydro - climatiques et les stratégies d'adaptation de la population.

Méthodes utilisées

Les enquêtes de terrain ont porté sur les villes. Les arrondissements ont été choisis en tenant compte, du poids de celui-ci dans la production de la Commune et en fonction de l'importance des effets des risques hydroclimatiques. Le choix des enquêtés est fait sur la base des critères bien définis :

- avoir au moins quarante (40) ans et résider dans la localité pendant les trois (3) dernières décennies pour pouvoir témoigner des perturbations hydro-climatiques dans le secteur d'étude ;

La taille de l'échantillon a été déterminée en suivant la méthode de (Schwartz, 2002). Elle a été calculée avec un degré de confiance de 95% et une marge d'erreur de plus ou moins 5%.

$$N = \frac{Z\alpha^2 PQ}{d^2} \quad \text{Avec}$$

N = taille de l'échantillon par village

Zα = écart fixé à 1,96 correspondant à un degré de confiance de 95 %

P = nombre de ménages du village / nombre ménages de la Commune.

Q = 1 - P

d = marge d'erreur qui est égale à 5 %.

Au total, 360 personnes ont été enquêtées dans le cadre de cette recherche.

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. Ces indices sont obtenus

par la formule suivante : $x'_i = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma(x)}$ avec x représentant le

total pluviométrique de l'année i, \bar{x} la moyenne de la série et σ représentant l'écart-type. Les tendances ont été mises en évidence par une droite de régression de type : $y = a x + b$; elle est obtenue par le calcul de la pente a qui est un coefficient directeur.

❖ Evaluation de la vulnérabilité du système agricole et des modes d'existences aux risques hydro-climatiques

Pour analyser la vulnérabilité des modes et moyens d'existences, la matrice de sensibilité aux risques hydro-climatiques est dans la pratique utilisée (Badolo, 2009). C'est une approche méthodologique plus simple qui permet d'établir la sensibilité aux risques hydro-climatiques. La mise en œuvre recouvre plusieurs étapes à savoir :

Étape 1 : elle consiste à établir la liste des unités d'exposition dans le secteur considéré qui vont être prise 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 : la deuxième étape consiste à établir un inventaire des risques climatiques les plus significatifs pour les secteurs ou unités d'exposition dans la région considérée.

Etape 3 : la troisième étape est celle de l'évaluation du degré de sensibilité de chaque secteur ou unité d'exposition à chacun des risques climatiques retenus. Pour ce faire, cinq niveaux de sensibilité sont considérés comme l'illustre le tableau I.

Tableau I: Barème d'évaluation des risques climatiques

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

Source : (Badolo, 2009)

L'application de la matrice produit trois indicateurs :

- l'indice d'exposition ;
- le rang en termes d'exposition des unités d'exposition aux risques climatiques;

l'indice d'impact des risques climatiques.

Selon (Badolo, 2009), la valeur de l'indice d'exposition pour une unité d'exposition est donnée par la somme des colonnes pour chaque ligne de la matrice. La valeur de l'indice d'impact pour un risque donné est la somme des lignes pour chaque risque. Les indices déterminés sont aussi utilisés pour établir une hiérarchisation des risques dans le secteur d'étude par rapport aux unités d'exposition considérées. Le tableau II présente le cadre conceptuel de la matrice de sensibilité.

Tableau II : Présentation formelle d'une matrice de sensibilité

Unités d'exposition	Risques climatiques	Indice d'exposition
Unité d'exposition 1	Sécheresse Inondation	
Unité d'exposition 2		
Unité d'exposition 3		
Unité d'exposition 4		
Indice d'impact		

Source : (Badolo, 2009)

L'ensemble des méthodes utilisées ont permis d'obtenir des résultats suivants.

RÉSULTATS

Variabilité interannuelle des hauteurs de pluie et des débits maximaux

La détermination de la variabilité interannuelle des hauteurs de pluie et des débits maximaux a permis d'identifier les années de crue et d'inondation et d'apprécier les tendances en cours.

Variabilité interannuelle des hauteurs de pluie journalière maximales.

La figure 2 présente l'évolution des hauteurs maximales de pluies journalières du bassin béninois de la Pendjari.

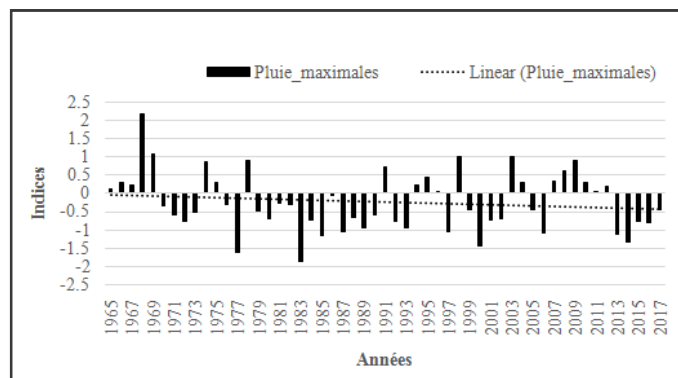


Figure 2: Evolution des hauteurs maximales de pluies journalières dans le bassin de la Pendjari au Bénin

L'analyse des résultats de l'indice pluviométrique standardisé dans le bassin montre une dominance des années sèches bien remarquable entre la période (1969-2017), on note aussi que l'indice pluviométrique entre cette période peut atteindre (-1,87) en 1993, ce qui explique l'existence des années extrêmement sèches dans cette période. Par contre entre la période (1965-1969) on note des années extrêmement humides dont l'indice peut atteindre (2,18) notamment en 1968. Ces variations de la pluviométrie annuelle ont un impact négatif sur l'agriculture, l'élevage et les ressources naturelles (Karimou Barké *et al.*, 2015) qui sont des secteurs sur lesquels reposent l'essentiel des économies nationales ouest-africaines.

Variabilité interannuelle des débits maximaux journaliers

Les valeurs maximales des débits au-dessus de la moyenne enregistrée à la station hydrométrique de Porga, ont permis d'identifier les années de crues qui sont les causes des inondations au cours de la période 1965-2017 (figure 3).

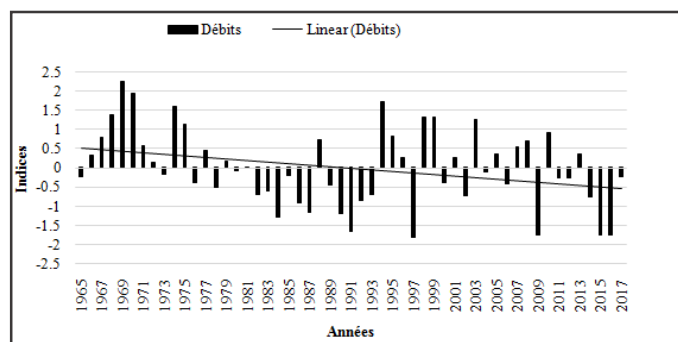


Figure 3 : Variabilité interannuelle des débits maximaux journaliers dans le bassin de la Pendjari au Bénin

Source : DG-Eau, 2020

L'analyse de la figure 3, révèle que le bassin béninois de la Pendjari a connu vingt-trois (23) années de crues au cours de la période 1965-2017, caractérisé par une tendance à la baisse. Les débits les plus fortes ont été enregistrés en 1969 (588,79 m³/s) et en 1970 (625,2 m³/s). Les crues les plus faibles ont été enregistrées en 2001 (286,29 m³/s) et en 2005 (283,6 m³/s). L'analyse de la figure 9 permet de constater également que le bassin enregistre ces dernières décennies de faibles débits et par conséquent des inondations moins fortes. Ce qui se justifie par la tendance à la baisse des débits maximaux dans le bassin béninois de la Pendjari.

Globalement, lorsqu'on compare l'évolution des hauteurs maximales de pluie et des débits maximaux, on se rend compte que le bassin béninois de la Pendjari connaît de moins en moins des inondations

fortes. Cette situation est due selon les producteurs, à la baisse du nombre de jours pluvieux. Par contre, les producteurs affirment être de plus en plus confrontés à la sécheresse. La baisse prolongée des précipitations a eu des incidences parfois graves sur les écoulements.

Risques hydro-climatiques majeurs dans le bassin de la Pendjari au Bénin

Les résultats issus des assemblées des populations du milieu dans le bassin versant de la Pendjari indiquent que les risques hydro-climatiques majeurs sont par ordre d'importance (figure 4) :

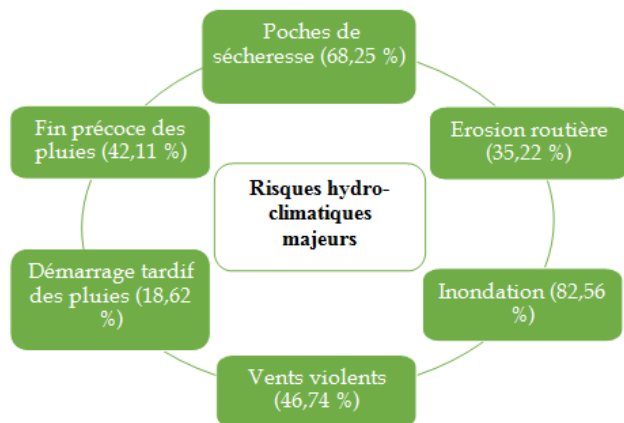


Figure 4 : Risques hydro-climatiques majeurs dans le bassin versant de la Pendjari

L'analyse de la figure 4 montre que dans le bassin versant de la Pendjari, les risques hydro-climatiques majeurs perçus par les populations sont les inondations (82,56%), les poches de sécheresse (68,25%), les érosions routières (35,22%), les vents violents (46,74%), le démarrage tardif des pluies (18,62%) et la fin précoce des pluies (42,11%). Ces risques sont perçus différemment par les populations dans le milieu d'étude.

Manifestation des risques hydro-climatiques

Dans le bassin versant de Pendjari, les manifestations des risques hydro-climatiques sont obtenues suite à la perception des producteurs interrogés.

- ❖ Les poches de sécheresse selon 68,25% des paysans se caractérisent par les ruptures des pluies en pleine saison pluvieuse. Selon ces producteurs les poches de sécheresse ont des effets dévastateurs sur toutes les cultures puisque le développement et l'achèvement du cycle végétatif dépendent de la disponibilité de l'eau pour la plante. Ce phénomène fait partie des éléments qui perturbent gravement les prévisions agricoles tant au niveau des campagnes agricoles initiées par les institutions (ATDA, CCeC etc.) qu'au niveau des producteurs. Il s'est surtout manifesté souvent avec d'autres facteurs climatiques (par ex. chaleurs excessives, vents forts, ...) susceptibles d'accroître la gravité du phénomène.
- ❖ Les inondations, se caractérisent par des fortes pluies régulières et abondantes sur plusieurs jours d'une part et par des crues du cours d'eau de la Pendjari et ses affluents d'autre part à travers le bassin versant. Les producteurs assistent à la perte des récoltes suite à l'envahissement des cultures par les eaux. Ce phénomène entraîne très souvent la destruction des cultures. La

photo 1 montre une culture de maïs envahit par les eaux due à l'inondation.



Photo 1 : Culture de maïs envahit par l'eau à Materi

Prise de vue : Ouassa, septembre 2021

- ❖ Les pluies tardives et violentes perçues par 18,62% des producteurs, sont caractérisées par une fausse alerte d'une pluie prochaine. Ainsi les pluies tardent à commencer et cela se généralise dans tout le bassin versant de la Pendjari. Ce phénomène entraîne un mauvais rendement des cultures dans le bassin versant. La fin précoce des pluies perçues par 42,11% des producteurs, sont caractérisées par une rupture brutale des saisons des pluies c'est-à-dire un raccourcissement des saisons pluvieuses.
- ❖ Les vents violents dus à la déforestation se soulèvent à travers le bassin versant et détruisent les cultures. Cela est régulier à l'approche des pluies. Ce risque est perçus par 46,74% des paysans du secteur d'étude. Parfois c'est pendant qu'il pleut et avec un mélange de vent violent que s'écroulent les maisons. Cela a donc un effet de surprise pour les personnes abritant ces maisons avec en l'occurrence, des blaisés. La photo 2 montre une maison écroulée due au vent violent observé à Dassari à l'annonce d'une pluie.



Photo 2 : Une maison écroulée suite à une violente pluie
Prise de vue : Ouassa, septembre 2021

L'érosion routière perçue par 35,22% de l'échantillon de la population interrogée, surtout les habitants de Manta, Toucountouna, Tayakou, Dassari, etc. Le fait que l'état des routes soit vraiment impraticable rend vraiment les échanges difficiles pour les populations, surtout les femmes. Puisque comme activité principale des femmes du bassin versant, c'est le commerce, du coup l'impraticabilité de la route engendre indirectement une baisse considérable des recettes. Cela beaucoup plus considérable s'il y a de pluies les jours de marché. La planche 1 présente un peu l'état des routes à Manta et à Dassari.



Planche 1 : Montrant des routes dégradées
Prise de vue : Ouassa, septembre 2021

La planche 1, présente la nature des routes après un événement hydro climatique liés aux inondations. Ces routes sont souvent dégradées et détruites à cause après le passage d'une inondation pluviale, ce qui constitue un frein pour les commerçants, les producteurs et les passagers de vaquer à leurs occupations quotidiennes.

Vulnérabilité de la production vivrière aux risques hydro-climatiques dans le bassin béninois de la Pendjari

Dans cette rubrique, il est présenté les principaux facteurs de vulnérabilité des principales cultures dans le bassin béninois de la Pendjari. La figure 5 présente le degré de vulnérabilité des produits agricoles et les modes d'existence aux risques climatiques dans le bassin versant de la Pendjari.

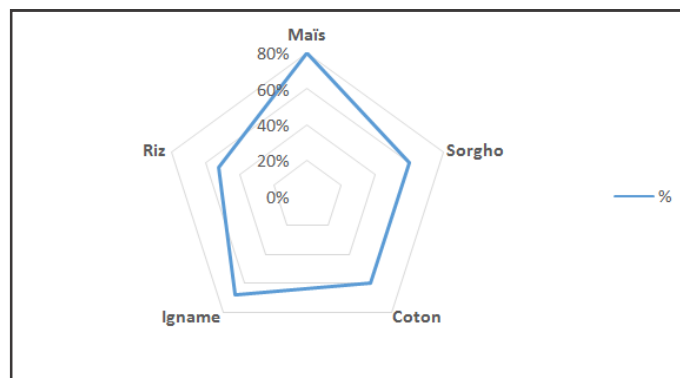


Figure 5 : Diagramme de vulnérabilité des produits agricoles relatif aux modes d'existence dans le bassin versant de Pendjari

L'examen de la figure 5 permet de retenir que l'indice d'exposition de chaque système agricole est supérieur à 50%. De ce fait, les cultures de maïs et d'ignames sont les plus vulnérables avec respectivement un indice d'exposition de 80% et 68% que les cultures de sorgho (60%), de coton (60%) et de riz (52%). Les activités agricoles ne sont donc pas à l'abri des effets néfastes des risques hydro-climatiques dans le bassin versant de la Pendjari. En plus de l'analyse des diagrammes de vulnérabilité aux aléas climatiques s'ajoute, l'analyse de la matrice de sensibilité présentée dans le tableau III suivant.

Tableau III : Matrice de sensibilité aux risques climatiques majeurs dans le bassin béninois de la Pendjari sur les cultures.

Produits vivrières	Risques climatiques					Indices d'exposition (%)
	Poches de Sécheresse	Inondation	Vent violent	Démarrage tardive des pluies	Fin précoce des pluies	
Maïs	4	5	3	4	4	80
Sorgho	3	4	2	2	4	60
Coton	2	3	4	3	3	60
Igname	5	5	1	4	2	68
Riz	4	3	1	2	3	52
Indice d'impact (%)	72	80	44	60	64	

Source : Traitement des données, septembre 2021

Il ressort de l'analyse du tableau III que les risques majeurs qui influencent les différentes cultures du bassin versant de la Pendjari sont les inondations (80%) et les poches de sécheresse (72%) et que les cultures de maïs (80%), l'igname (68%), le sorgho et le coton (60%) sont les plus exposées. De ce fait, la production agricole est vulnérable aux risques hydro-climatiques et constitue un frein pour l'épanouissement des populations dans le bassin béninois de la Pendjari.

Vulnérabilité des différents acteurs socio-économiques aux risques hydro-climatiques dans le bassin béninois de la Pendjari.

Dans cette rubrique, il est présenté les principaux facteurs de vulnérabilité des principaux acteurs socio-économiques dans le bassin béninois de la Pendjari (tableau IV).

Tableau IV: Matrice de sensibilité aux risques hydro-climatiques majeurs dans le bassin béninois de la Pendjari sur les acteurs socio-économiques

Modes d'existence	Risques hydro-climatiques					Indice d'exposition (%)
	Poches de Sécheresses	Inondation	Erosion routière	Démarrage tardif des pluies	Fin précoce des pluies	
Paysans	5	5	2	3	4	76
Commerçants(tes)	3	3	4	2	3	60
Transformateurs (trices)	2	4	3	3	3	60
Pêcheurs	3	4	1	2	3	52
Indice d'impact (%)	65	80	55	50	65	

Source : Traitement des données

Il ressort de l'analyse du tableau IV que les risques majeurs en rapport avec les différents acteurs des activités socio-économiques sont les inondations (80%) les poches de sécheresse et fin précoce des pluies (65%) et l'érosion routière (55%). De plus, le tableau montre que, les acteurs les plus exposés sont les paysans (76%), les commerçants (tes) et transformateurs (trices) avec un indice d'exposition de 60%. Ces différents secteurs d'activités sont pourvoyeurs de ressources et permet aux acteurs respectifs d'assurer le bien être de leurs familles dans le secteur d'étude.

CONCLUSION

Le bassin versant béninois de la Pendjari à l'instar de tous les bassins versants du Bénin en particulier et de toute l'Afrique de l'ouest en général, a toujours subi la variabilité hydro-climatique se traduisant par une alternance de périodes sèches et périodes humides. Les stratégies de lutte contre les impacts des événements hydro-climatiques extrêmes passent incontestablement par la compréhension scientifique de la cause de l'évènement, de son impact sur l'ordre social et économique, et par les mesures à prendre pour réduire les dégâts. La présente étude s'est appesantie sur l'analyse des risques hydro-climatiques dans le bassin versant béninois de la Pendjari à l'exutoire de Porga et les impacts de ces risques sur les activités socio-économiques. L'étude de la variabilité saisonnière, des hauteurs pluviométriques maximales sur la période 1965-2017 montre que le bassin béninois de la Pendjari est sous la menace des catastrophes hydro-climatiques. Principalement dominé par les poches de sécheresses, l'inondation par moments et aussi de l'érosion routière remarquable le bassin versant de la Pendjari au Bénin est assez vulnérable sur le plan socio-économique.

Par ailleurs l'agriculture étant l'activité principale dans le bassin versant à l'instar de la pêche ainsi que de l'élevage, est relativement la plus impactée par les risques hydro-climatiques récurrents dans le milieu avec un taux de 80% des inondations et 72% des poches de sécheresse. Ces événements sont perçus par 45% des producteurs. Pour réduire la vulnérabilité de leurs cultures vivrières à la survenance des catastrophes hydro-climatiques, les producteurs du bassin béninois de la Pendjari développent plusieurs stratégies de préventions des risques et de gestion des catastrophes. Il s'agit entre autres de l'adoption des semences à cycle court, l'utilisation d'engrais, de la disposition des billons, de la mise en valeur des bas-fonds etc. Cependant, quelques mesures ont été proposées pour rendre efficace les mesures d'adaptation déjà prises par les producteurs. Cette étude s'est beaucoup plus penchée sur les impacts des risques hydro-climatiques sur les principales activités dans le bassin versant de la Pendjari. Ainsi pour les travaux futurs il est envisagé s'accroître sur la vulnérabilité hydrique des populations du bassin versant de la Pendjari face aux différents extrêmes climatiques présents dans le milieu.

BIBLIOGRAPHIQUES

AHOSSIN Rodrigue, WOKOU Cossi Guy, YABI Ibouaïma, 2023, Risques agro-climatiques et production agricole dans la Commune de Zogbodomey au Sud-bénin. African Scientific Journal « Volume 03, Numéro 16 » pp: 050 – 082.

AMOUSSOU Ernest, 2010, Variabilité pluviométrique et dynamique hydro sédimentaire du bassin versant du complexe fluvial lagunaire Mono-Ahémé-Couffo (Afrique de l'Ouest) Thèse de Doctorat, Université de Bourgogne, 313 p.

BADOLO M. 2009, Indications on the potential impacts of climate change on food security in the Sahel, Climate Change Handbook, IAVS, 9 p.

FAO, 2014, Base de données FAO/INFOODS sur la composition des aliments pour la biodiversité – Version 2.1 – BioFoodComp2.1. FAO, Rome.

FONTAINE Bernard, ROUCOU Pascal, CAMARA Moctar, VIGAUD Nicolas, KONARE Abdourahmane, IBRAH Sanda Seidou, DIEDHIOU Arona et JANICOT Serge, 2012, Variabilité pluviométrique, changement climatique et régionalisation en région de mousson africaine. La Météorologie, (Spécial AMMA), p. 41-48. ISSN 0026-1181

GIEC, 2022, Impacts, options d'adaptation et domaines d'investissement pour une Afrique de l'Ouest résiliente au changement climatique. Rapport de synthèse. Sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat 20p. DOI : <https://cdkn.org/sites/default/files/2022->

GIEC, 2019, Rapport Spécial du GIEC « Réchauffement à 1,5°C » Résumé à destination des enseignants, 24p.

GIEC, 2007, Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. (publié sous la direction de-). GIEC, Genève, Suisse, ..., 103 p.04/IPCC%20Regional%20Factsheet%20West%20Africa%E2%80%93FR_web.pdf

HOUNDEOU Constant, 1999, Variabilité climatique et maïsiculture en milieu tropical humide : l'exemple du Bénin, diagnostic et modélisation. Thèse de doctorat de géographie, UMR 5080, CNRS « climatologie de l'espace tropical », Université de Bourgogne, centre de recherche de climatologie, Dijon, 341 p.

IDIETI Edouard M'po, 2012, Les hydro-écorégions du Bassin de la Pendjari au Bénin : Analyse des déterminants socio-économiques et environnementaux de la dynamique des écosystèmes naturels. Thèse de doctorat de géographie. Université d'Abomey-Calavi 229 p.

LE BARBE Luc; ALE Grégoire; MILLET Bertrand; TEXIER Hervé; BOREL Yves et GUALDE René, 1993, Les ressources en eau superficielles de la République du Bénin. IRD/DH, Cotonou, 540 p. DOI : <https://api.ressources-eau.gouv.bj/storage/fichiers/DN0LEPU7HIKaMF6Qi4txKvwxLeBxrEl4neMBg4NK.pdf>

SCHWARTZ Daniel, 2002, Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 4^e édition (Editions médicales Flammarion), Paris, 314 p.

SOUNOUKE Houéfa Valerie, HOUNGNIBO Coovi Mandela Mahuwetin, BESSOU Joseph et YABI Ibouaïma, 2022, Perception des risques climatiques dans la zone soudanienne du Bénin: Cas des producteurs de maïs du département du Borgou. European Scientific Journal, ESJ, 18 (14), pp. 212-227.

YABI Ibouaïma, 2019, Risques hydro-climatiques perçus et besoins en services météo-climatiques exprimés par les maraichers de la Commune d'Athiémé (Sud-Bénin). Rev. Sc. Env. Univ., Lomé (Togo), n° 16, vol.1, pp. 229-252.
