

Caractérisation du risque d'inondation et sécurité alimentaire dans la Commune d'Athiémé au sud-ouest du Bénin

Characterization of the risk of flooding and food security in the community of Athiémé in south west of Benin

¹ADJAKPA Tchékpo Théodore; ²SOUSSIA Théodore et ³ABDOU BAGNA Amadou

Résumé

Les inondations sont observées chaque année et posent des sérieux problèmes dans les villages de la Commune d'Athiémé. Cette recherche analyse l'impact des inondations sur la sécurité alimentaire.

La démarche méthodologique a consisté en la recherche documentaire, l'enquête de terrain, le traitement des données et l'analyse des résultats. Les données pluviométriques et démographiques de la commune d'Athiémé ont été collectées permettant la caractérisation des événements extrêmes grâce à la méthode d'analyse fréquentielle des débits de pointe journaliers. Au total, 170 ménages ont été investigués dans quatorze (14) villages sur les quarante-sept (47) que compte la Commune d'Athiémé. A cela s'ajoute 18 personnes ressources, 02 agents d'Agence Territoriale de Développement Agricole (ATDA). La statistique descriptive et le modèle d'analyse SWOT ont été utilisés pour l'analyse des résultats.

Il ressort de l'analyse des résultats que la Commune d'Athiémé est sujette aux inondations fluviales. Elles sont causées par les débits journaliers maximaux dont les valeurs sont situées entre 537,6 et 951m³/s. Ce débit est influencé par le rythme de la pluie au pas de temps mensuel avec un maximum de débit en septembre de 320 m³/s. En effet, 51 % de la superficie totale de la Commune, soit 121,38 km² est susceptible de forte ampleur de l'aléa. Ainsi, 47 % de la superficie de la commune représente les zones des risques majeurs (significatifs). Les inondations ont causé des dommages et pertes sur les cultures à toutes les étapes (semis, épiaison, récolte). Il est indispensable de revoir les techniques de culture et de former les cultivateurs qui doivent beaucoup plus pencher sur les variétés de cycle court pour faire face à leurs divers besoins.

Mots clés : Athiémé, inondation, risque, sécurité alimentaire, impact.

Abstract

Floods are observed every year and pose serious problems in the villages of the Commune of Athiémé. This research aims to analyze the impact of flooding on food security.

The methodological approach consisted of documentary research, field survey, data processing and analysis of the results. Rainfall and demographic data from the commune of Athiémé were collected allowing the characterization of extreme events using the frequency analysis method of daily peak flows. In total, 170 households were investigated in fourteen (14) villages out of the forty-seven (47) in the Municipality of Athiémé. Added to this are 18 resource people and 02 agents from the Territorial Agricultural Development Agency (ATDA). Descriptive statistics and the SWOT analysis model were used to analyze the results.

It appears from the analysis of the results that the commune of Athiémé is subject to river flooding. They are caused by the maximum daily flow rates whose values are between 537.6 and 951m³/s. This flow rate is influenced by the rhythm of the rain at monthly time intervals with a maximum flow rate in September of 320 m³/s. Indeed, 51% of the municipality, or 121.38 km² of the total area of the municipality, is susceptible to a high level of hazard. Thus, 47% of the area of the municipality represents areas of major (significant) risk. The floods caused damage and losses to crops at all stages (sowing, heading, harvest, etc.). It is essential to review cultivation techniques and train growers who must focus more on short-cycle varieties to meet their various needs.

Keywords: Athiémé, flood, risk, food security, impact.

Introduction

La fréquence et la gravité des sécheresses, inondations, tempêtes et autres calamités induites par le changement climatique se sont intensifiées au cours des trente (30) dernières années, FAO (2007, p. 156). En moyenne, 22,5 millions de personnes ont été déplacées de leur foyer chaque année à cause de catastrophes liées au climat, soit 62 000 personnes par jour principalement à cause des inondations et des tempêtes, FAO, (2014, p. 77). Selon Carry et Veyret (1996), Berlioz et Quénet (2000) et Blanchard (2008), cités par E. ATIYE (2016, p. 132) parmi ces catastrophes, les inondations sont les plus récurrentes à l'échelle mondiale.

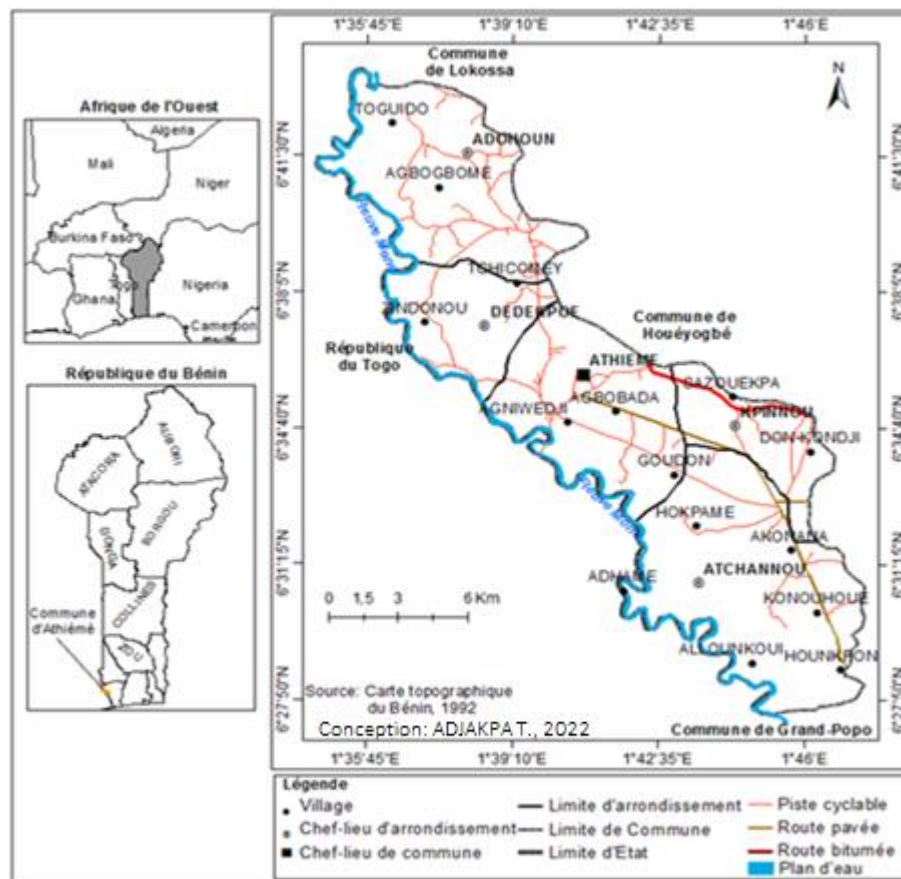
Au Bénin, les inondations ont pour origine les événements pluvieux extrêmes et le ruissellement des eaux pluviales depuis le nord du pays (Caritas Bénin, 2011, p. 26). D'après le rapport d'évaluation des besoins post catastrophe portant sur les inondations au Bénin (Banque Mondiale, 2011, p. 58), elles sont causées par plusieurs facteurs comme la forte intensité de la pluviométrie, aggravées par la manifestation de crues exceptionnelles des fleuves Niger, Ouémé, Mono et leurs affluents. Celles-ci affectent ainsi la zone nord et sud du pays. Par l'absence et la vétusté du système de drainage en milieu urbain, le manque d'entretien et l'urbanisation de zones à risque, les inondations induisent également sur le plan spatio-temporel de graves conséquences humanitaires pour la plupart amplifiées par des problèmes de développement. Elles constituent des contraintes qui ralentissent le développement, empêchent la croissance économique et la réduction de la pauvreté au Bénin (PNUD, 2011, p. 59). La sécurité alimentaire au Bénin et à Athiémé est conforme à celle définie par le Sommet mondial de l'alimentation en 1996 qui dit qu'elle existe lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment, un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active. L'accès à la nourriture à tout moment est difficile dans la Commune d'Athiémé à cause des inondations. Pour N. L. AGNANTOMEY, (2016, p. 39), les inondations dans la Commune d'Athiémé, affectent chaque année les activités socio-économiques de même que les superficies cultivables, occasionnant pour les ménages des pertes de réserves alimentaires et d'animaux d'élevage, avec pour conséquence la réduction des disponibilités alimentaires. La question qui se pose est que faire pour assurer la sécurité alimentaire pour les populations de la Commune d'Athiémé dans un contexte où les produits alimentaires sont détruits par les inondations de la saison pluvieuse entre mi- mars et mi-juillet ?

1. Matériel et méthodes

1.1. Milieu d'étude

Le cadre d'étude qui est la Commune d'Athiémé, est situé entre 6°26''44 et 6°41''07 de latitude Nord et 1°30'' et 1°48'' de longitude Est. Elle est limitée au Nord par la Commune de Lokossa, au Sud par la Commune de Grand-Popo, à l'Est par la Commune de Houéyogbé et à l'Ouest par la République du Togo avec laquelle, elle partage une frontière naturelle qui est le fleuve Mono. Elle couvre une superficie de 238 km² Soit 14,83 % du département Mono. La Commune d'Athiémé compte 05 arrondissements que sont : Adohoun, Athiémé centre, Atchannou, Kpinnou, Dédékoè subdivisés en 47 villages et quartiers de ville, abrités par des mares, marécages et bas-fonds. Ils s'engorgent d'eau de saison et sont inondés pour la plupart par les eaux de crue (Figure 1).

Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude



Source : Carte topographique du Bénin, IGN, 1992

1.2 Méthodologie

La méthodologie utilisée dans le cadre de cette recherche comprend la collecte et le traitement des données puis l'analyse des résultats. Les données pluviométriques annuelles de 1991 à

2019 obtenues à Météo-Bénin, les données sur les débits d'eau du fleuve Mono sur la période 1991-2019 obtenues à la Direction Générale de l'Eau du Bénin, les données démographiques et socioéconomiques obtenues à l'Institut National de la Statistique et de la Démographie (INStaD) ont été collectées et traitées. Pour atteindre les objectifs fixés, les techniques de collecte de données telles que les enquêtes effectuées auprès des ménages au moyen d'un questionnaire, l'observation directe et l'entretien individuel sont utilisées. En dehors des techniques, plusieurs outils sont utilisés. Les entretiens sont réalisés à l'aide d'un guide d'entretien avec les cibles identifiées. Le questionnaire est adressé à des différents groupes cibles qui exercent des activités agricoles. Un appareil photographique numérique est utilisé pour la prise de vues et un GPS qui a permis la prise des coordonnées géographiques des localités d'investigation. Pour mener les recherches sur le terrain un échantillonnage a été fait. L'échantillon de la population cible a été déterminé par un choix raisonné fondé sur le caractère représentatif des différents acteurs concernés par les questions d'inondation dans la Commune d'Athiémé. A cet effet, le choix des arrondissements et des villages a été fait en fonction des paramètres suivants :

- la position géographique des villages par rapport au fleuve Mono ;
- la nature et la capacité de rétention en eau du sol.

Le choix des personnes à enquêter pour avoir des informations fiables répond aux critères ci-après :

- être chef de ménage et vivre dans les zones inondables de la Commune d'Athiémé pour avoir des informations crédibles sur la manifestation des inondations;
- résider dans l'un des villages régulièrement inondés ces 10 dernières années ;
- avoir vécu régulièrement des situations d'inondation dans l'un des villages ciblés ;
- être acteur de prévention et/ou de protection contre les conséquences des inondations.

L'unité de sondage est le ménage représenté par le chef de ménage assisté de son épouse ou d'une personne responsable ayant vécu au moins 5 ans dans le milieu.

L'application de ces critères a permis d'effectuer les enquêtes de terrain dans quatorze (14) villages sur les quarante-sept (47) que compte la Commune d'Athiémé. La

population cible de cette recherche est donc celles du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH 4) de 2013 (INSAE, 2016) : trois mille trois cent soixante-neuf (3 369) ménages.

Ainsi, la taille de l'échantillon est déterminée par la formule suivante :

$$X = E \times T \text{ (Grawitz, 2001) (1)}$$

avec :

X= la taille de l'échantillon

E= l'effectif total des ménages

T= le taux de sondage fixé à 5%

Le tableau 1, présente la taille de l'échantillon et le nombre de personnes ressources enquêtées dans le bassin versant. Ainsi, dans le cadre de cette recherche, 170 ménages ont été investigués dans quatorze (14) villages sur les quarante-sept (47) que compte la Commune d'Athiéomé. A cela s'ajoute 18 personnes ressources, 02 agents d'Agence Territoriale de Développement Agricole (ATDA). Le traitement des données est fait à l'aide des logiciels appropriés.

Tableau 1: Nombre de ménages enquêtés par village et par arrondissement.

Arrondissements	Nom des villages inondés	Nombres de ménages par village	Nombres de ménage à enquêter
Adohoun	Adamé	248	12
	Toguido	214	11
	Sevotinou	399	20
Atchannou	Alloukouie	259	13
	Goudon	177	9
	Hopkame	268	13
Dedekpoé	Dévémé	174	9
	Ahoho	401	20
	Zidonou	111	6
Kpinou	Don agbodougbe	273	14
Athiéomé	Assèdji	352	18
	Agniwédji	181	9
	Athiéomégan	155	8
	Adjové	157	8
Total	14	3 369	170

Source : Enquête de terrain, Octobre 2022

Il s'agit notamment de Microsoft Word 2010 pour le traitement de texte, Microsoft Excel 2010 pour la réalisation des graphiques et le logiciel Arc View pour le traitement cartographique. Le modèle d'analyse SWOT ont été utilisé pour l'analyse des résultats

Pour cette étude, la loi utilisée est la plus adaptée à une meilleure distribution statistique et à un meilleur ajustement. Il s'agit de la loi de Gumbel, dont la formule est :

$$F(x) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{x-a}{b}\right)^{\frac{1}{k}}\right) \text{ pour } k \neq 0 \quad (1)$$

L'estimation des paramètres a et b de l'ajustement dans le cadre de notre étude est fait graphiquement. $F(x)$ désigne la probabilité d'apparition d'une crue ; x désigne la valeur correspondante aux hauteurs de pluie et aux débits et k le paramètre de forme. La méthode du maximum de vraisemblance a été utilisée sur la période de 1991 à 2019 à l'aide du logiciel Hyfran Plus.

L'ajustement d'une loi statistique à la série de débits échantillonnée ($q_1; q_2; ; ; q_N$) permet de prévoir la probabilité d'apparition d'une crue ou d'une précipitation à partir de la fonction de répartition de débits ou des précipitations $FQ(.)$ ou de la densité de probabilité $f Q(.)$. Cet ajustement est fait sur la base d'un échantillon ordonné pour lequel une probabilité au dépassement p ou une probabilité au non dépassement q ($q = 1-p$) est calculée. Plusieurs formules empiriques existent pour calculer la probabilité au non dépassement des pluies ordonnées. La fréquence empirique de Hazen est utilisée pour mieux analyser les événements hydroclimatiques extrêmes associés aux inondations ainsi que les périodes de retour :

$$f(x) = \frac{r-0,5}{n} \quad (2)$$

où r est le rang des observations (classées de la plus faible à la plus élevée), n est la taille de l'échantillon et 0,5 (constante de la formule de Hazen).

A l'aide du modèle théorique fourni par la loi statistique ajustée, on a procédé à l'extrapolation dans Hyfran Plus qui a permis d'obtenir les valeurs des quantiles (valeur de X_r pour une période de retour T). La relation entre la probabilité au non dépassement et la période de retour est :

$$T = \frac{1}{1-F(x)} \quad (3)$$

Il a permis d'estimer le temps de retour, en termes de probabilité d'apparition, des événements climatiques et hydrologiques extrêmes et d'en déduire les deux paramètres a et b de la loi.

❖ Risque hydrologique

Le risque hydrologique est un prolongement du concept de la période de retour. À titre d'exemple, déterminons la probabilité qu'un événement ayant une période de retour T connue ne survienne pas au cours d'une période de n années consécutives, appliquée aux inondations dans la Commune d'Athiémé le risque hydrologique est déterminé par la formule ci-dessous :

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \quad (4)$$

Avec : n le nombre d'années et T la période de retour

Ainsi dans le cadre de notre recherche, le risque hydrologique des inondations des n = 5 ans et n = 10 ans ont été considérés pour déterminer la probabilité que les inondations extrêmes se produisent en ces années dans la Commune d'Athiémé. Les paramètres des calculs de fréquence sont ceux de Gumbel.

2. RESULTATS

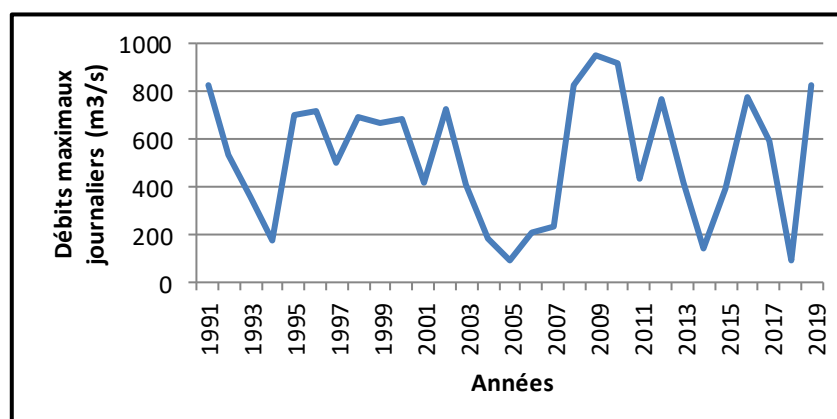
2.1 Caractérisation des risques de l'inondation dans la Commune d'Athiémé

Cette partie est consacrée à la caractérisation des risques de l'inondation dans la Commune d'Athiémé. Cette caractérisation est précédée de l'étude des débits et pluviométrie dans la commune.

2.1.1 Débits maximaux interannuels

Les débits maximaux journaliers dans le bassin du fleuve Mono à Athiémé sont représentés sur la figure 2. En effet, les débits maximaux sont ceux qui permettent de connaître ou d'identifier les débits provocateurs d'inondation dans la Commune d'Athiémé.

Figure 2 : Débits maximaux journaliers à Athiémé de 1991 à 2019



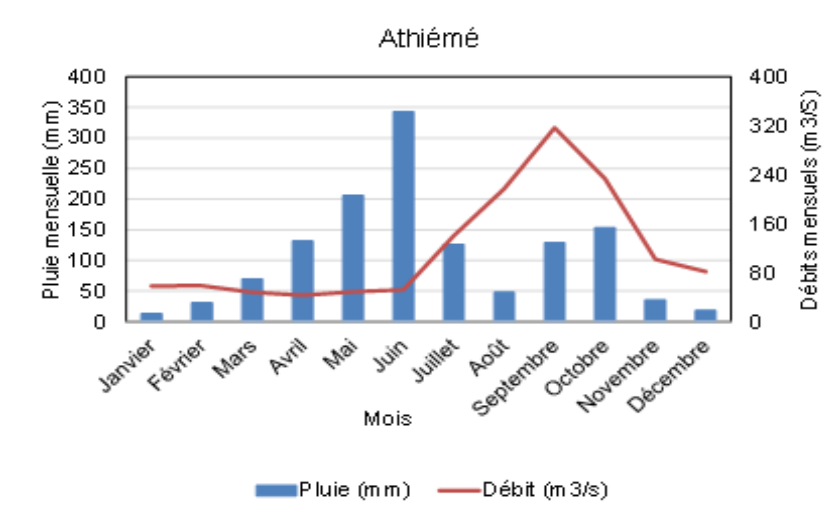
Source des données : ASCENA, 2021

Une tendance à la hausse des valeurs des débits maximaux s'observe dans le bassin du mono. Les années extrêmes enregistrées ($Q_{max} > Q_{max} \text{ Moyens Jrs}$) sont : 1991 ; 1994 ; 1995 ; 1997 ; 1998 ; 1999 ; 2001 ; 2003 ; 2008 ; 2009 ; 2010 2013 ; 2017 ; 2018 et 2019. Ces années sont plus humides. Ceci s'explique par les fortes précipitations observées avec pour conséquence les inondations. Ces débits maximaux s'installent entre les mois de juillet, d'août, de septembre et d'octobre dans le secteur d'étude, puis s'expriment par d'importantes inondations qui occasionnent la destruction des cultures et des pertes de vies humaines.

2.1.2 Régime pluviométrique moyen mensuel et évolution du débit

Le rythme saisonnier des mouvements de la Zone de Convergence Inter Tropicale (ZCIT), affecte le régime hydrologique du fleuve Mono. Il est lié à celui des précipitations. La figure 3 présente le régime pluviométrique mensuel et l'évolution du débit.

Figure 3 : Régime pluviométrique moyen mensuel et l'évolution du débit à Athiémé



Source des données : ASCENA, 2021

Le débit est influencé par le rythme de la pluie après saturation du substratum pédologique avec un maximum de débit en septembre ($320 \text{ m}^3/\text{s}$). Ainsi les écoulements du fleuve Mono à Athiémé atteignent son maximum trois (03) mois après le maximum pluviométrique ce qui justifie le temps de latence entre les lames d'eau précipitées et la réponse du bassin versant. Au bout de trois (03) mois, les sous affluents et affluents ont le temps de converger toutes les eaux vers l'exutoire. Cependant les forts débits d'étiage observés à Athiémé sont liés au lâcher d'eau du barrage Nangbéto. Pendant l'étiage qui caractérise le niveau le plus bas d'un cours d'eau il ne devrait pas avoir de forts débits. Ce sont donc les lâchers d'eau du barrage de Nangbéto qui amplifient les crues et qui expliquent les forts débits d'étiage.

2.1.3 Causes des inondations dans la Commune d'Athiémé

L'inondation dans la Commune d'Athiémé est de type terrestre, car elle implique des eaux douces. Elle est causée par des crues du fleuve Mono et ses affluents qui se manifestent par le débordement direct du fleuve dans son lit majeur, suite à des épisodes de lâchées d'eau du barrage de Nangbéto et des fortes pluies enregistrées par moments. Ces eaux devenant abondantes, font monter le niveau du fleuve à l'échelle limnométrique, envahissent les populations en aval causant de sérieux dégâts. Ainsi, les inondations sont la conséquence de crues ou simplement de fortes averses. Ceci entraîne une paralysie totale de toutes les activités génératrices de revenus, de développement et de survie des populations riveraines à travers la dégradation totale des voies d'accès, la destruction massive des biens, des cultures et des pertes en vies humaines.

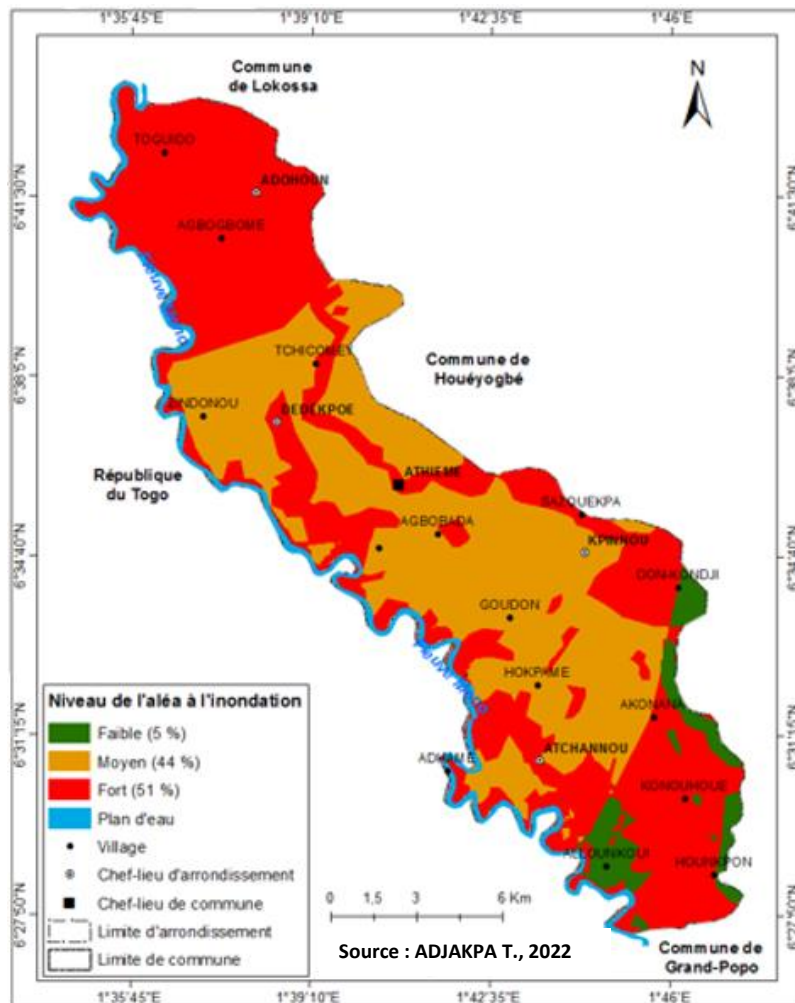
2.1.4 Manifestation des inondations dans la Commune d'Athiémé

Les inondations se manifestent par débordement direct du fleuve Mono pendant la saison pluvieuse et des fortes pluies enregistrées par moment. Ces types d'inondations se traduisent par le débordement d'un cours d'eau sorti de son lit habituel (lit mineur), envahissant son lit majeur et par l'accumulation des eaux de ruissellement suite à des précipitations abondantes. Elle peut parfois être précédé ou suivi d'une remontée des nappes phréatiques et d'inondations de caves et sous-sols. Le niveau d'eau augmente, le fleuve déborde et envahit la surface précédemment occupée par les champs des cultures, des habitations et des infrastructures ; la capacité de drainage et d'infiltration de la zone est insuffisante pour évacuer les eaux reçues, alors elles s'accumulent. Les travaux de cartographie de la zone en 2022 décrivent les manifestations des inondations comme l'indique la figure 4.

De l'analyse de la figure 4, il faut donc retenir que c'est le croisement ou la superposition de ces deux facteurs (pluviosité et couvert végétal) qui a permis de cartographier l'étendue spatiale et les zones potentiellement exposées aux aléas climatiques pouvant engendrer des inondations dans la Commune d'Athiémé. Fort de ces analyses, 5 % soit 11,9 km² représentent les secteurs exposés aux aléas faibles tandis que 44 % soit 104,72 km² sont exposés aux aléas moyen et 51 % soit 121,38 km² aux aléas fort.

Ainsi, l'aléa d'inondation comprend les zones dans lesquelles des inondations sont susceptibles de se produire, de façon plus ou moins importante et fréquente, suite aux fortes précipitations ou aux débordements des cours d'eau.

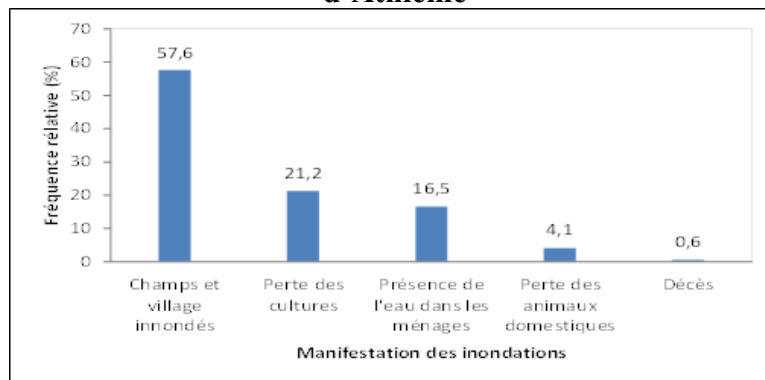
Figure 4 : Manifestation des niveaux d'aléas d'inondation



Source des données : Carte topographique du Bénin 1992 ; Météo-Bénin 1993-2022 ; Image Landsat 2022 ; Travaux de terrain 2022

En plus de cette cartographie sur les niveaux d'exposition de la zone d'étude à l'inondation, les travaux de terrain de février 2022 ont permis d'établir une répartition des fréquences des manifestations des inondations comme l'indique la figure 5.

Figure 5 : Répartition des fréquences des manifestations des inondations dans la commune d'Athiémé



Source : Résultats d'enquête, février 2022

De l'analyse de cette figure, il faut retenir que 57,3 % de la population enquêtée estime que lors des inondations, les champs et le village sont inondés, 21,1 % des enquêtés affirment que les inondations se manifestent par la perte des cultures, 16,5 % par la présence de l'eau dans les maisons et 4,1 % par la perte des animaux domestiques puis des cas de décès par endroit pour un pourcentage de 0,6 %. Ceci entraîne une paralysie totale de toutes les activités génératrices de revenus, de développement et de survie des populations riveraines à travers la dégradation totale des voies d'accès, la destruction massive des biens, des cultures et des pertes en vies humaines comme l'illustre la planche 1.

Planche 1 : Quelques manifestations des inondations dans la Commune d'Athiémé



Inondation d'un village causant l'effondrement de certaines habitations



Case montrant le niveau atteint par l'eau lors des fortes inondations

Prise de vue : Adjakpa T., juillet 2022

La photo (a) de la planche 1 montre l'effondrement des habitations causées par les inondations du fleuve Mono qui sort de son lit mineur pour occuper son lit majeur. En effet, après quelques heures passées dans l'eau, la fondation de cette habitation a connu un déséquilibre dû à la faible résistance de ses matériaux de construction. Enfin, la photo (b) indique le niveau atteint par les eaux qui stagnent dans la concession pendant la période des inondations.

Il faut noter que pendant les inondations, le périmètre immédiat des habitations n'est pas submergé par les eaux. L'inondation des habitations survient à cause de la faible capacité de rétention du sol. Ainsi, l'eau stagnante déstabilise les fondations des habitats entraînant le basculement des murs surtout ceux en matériaux précaires.

2.1.5 Analyse du risque d'inondation

L'analyse du risque d'inondation se base sur la définition adoptée par les spécialistes de l'étude des risques. Il est désormais courant de définir le risque comme la résultante du croisement entre aléa et vulnérabilité. Partant donc de cette définition, il est question de déterminer l'aléa d'inondation d'une part et de caractériser la vulnérabilité d'autre part dans la Commune d'Athiémé.

2.1.5.1 Analyse fréquentielle

La Commune d'Athiémé est exposée aux effets des changements climatiques. L'étude du régime pluviométrique indique que la Commune est assujettie à des tendances climatiques et/ou des risques écologiques et environnementaux importants tels que les inondations et l'érosion des berges. Ces tendances s'accompagnent non seulement de la modification des régimes pluviométriques et hydrologiques, de la variation intempestive du nombre de jours de pluie mais aussi du bouleversement des calendriers agricoles, avec la perte de récoltes. L'agriculture qui constitue un des piliers de l'économie locale du fait de la diminution drastique des terres cultivables, a énormément régressé. L'analyse fréquentielle permet de déterminer les quantiles de débits avec leurs périodes de retour. L'une des exigences de l'analyse fréquentielle des variables hydro climatologiques est l'indépendance, la stationnarité et l'homogénéité des données. Ainsi, les hypothèses d'indépendance, d'homogénéité et de stationnarité ont été vérifiées. Le tableau 1 présente les résultats des tests statistiques d'indépendance, de stationnarité et d'adéquation appliqués aux débits maximaux.

Tableau 1 : Résultat des tests statistiques appliqués aux débits journaliers maximaux de 1981 en 2010 dans le bassin du Mono à Athiémé avec le logiciel Hyfran Plus.

Stations	Test d'indépendance		Test de stationnarité		Test d'adéquation et d'ajustement de Khi ²	
	U	P-value	K	P-value	X ²	P-value
Mono	0,731	0,465	1,92	0,0555	5,50	0,1386

Source : Traitement des données, juillet 2022

L'analyse des données du Tableau 1, permet de constater qu'à un niveau de signification de 5 %, l'ensemble des débits de pointe obéit aux exigences de l'analyse fréquentielle. En effet, le test d'indépendance montre que les observations sont indépendantes avec un $P = 0,465 > 5\%$; de même le test de stationnarité a permis de voir qu'il n'y a aucune tendance dans la série avec $P = 0,0555$. En plus de ces tests, le test d'adéquation de khi² montre que l'ajustement répond bien à la loi de GEV avec $P = 0,1386$. Les débits de pointe s'ajustent bien à la loi de GEV avec une marge d'erreur de 5 %. La probabilité au non-dépassement, les débits maximaux journaliers suivent non seulement le modèle, mais ils sont aussi bien ajustés avec la loi GEV et le maximum de vraisemblance dans l'intervalle de confiance et même au-delà de 95 %. Ainsi la loi GEV est plus adaptée à une meilleure reproduction des caractéristiques statistiques des débits maximaux dans le secteur d'étude. Ainsi, dans la Commune d'Athiémé où les inondations sont récurrentes, les périodes de retour de 2 ans, 5 ans, 10 ans, 20 ans, 50

ans et 100 ans sont considérées. Le tableau 2 montre les périodes de retour des inondations les plus récurrentes à Athiémé et les intervalles de confiance par l'ajustement de GEV sur la série des données de 1991 à 2019.

Tableau 2 : Estimation des quantiles des débits caractéristiques et les intervalles de confiance par la loi de GEV sur la station d'Athiémé et sur la série des données de 1991 à 2019 avec Hyfran Plus.

Période de retour	Quantiles	Valeurs seuils des débits maximaux (m ³ /s) de 1991 à 2019
2 ans	0,5	119
5 ans	0,8	203
10 ans	0,9	269
20 ans	0,95	343
50 ans	0,98	454
100 ans	0,99	552

Source : ASECNA, 2021 et traitement des données, 2022

Il ressort de l'analyse du tableau 2 que l'augmentation des quantiles de débits observées au cours de la sous-période 1991-2019, est assujettie à l'augmentation des hauteurs de pluies ce qui explique que cette période ne soit pas très humide. L'évolution des quantiles de débits par rapport à une périodicité de 2 ans, 5 ans, 10 ans, 20 ans, 50 ans et 100 ans dans la Commune d'Athiémé montre que les débits maximaux augmentent en même temps que les périodes de retour. Les débits maximaux du 50^{ème} quantile qui surviennent tous les deux (2 ans) et 5 ans, sont les périodes dont les débits sont compris entre 88,4 et 149 m³/s ; susceptibles de causer des inondations quand ils sont associés aux précipitations locales du secteur d'étude. De plus, les crues responsables de forte inondation (90^{ème} quantile) correspondent à un seuil de 269 m³/s. Les débits maximaux des évènements hydrologiquement très forts (95^{ème} quantile) ont une occurrence de 20 ans et correspondent à 343 m³/s. Quant au débit extrêmement fort (99^{ème} quantile), ils ont une occurrence centennale avec un seuil de 552 m³/s. Le tableau 3 montre le risque hydrologique des périodes de retour de 5 ans et 10 ans.

De l'analyse du tableau 3 il ressort que le risque hydrologique en 5 ans et 10 ans des périodes de retour 2 ans et 5 ans sont plus élevés que ceux de 10 ans, 20 ans, 50 ans et 100 ans dans la Commune d'Athiémé. En effet, les inondations ayant les périodes de 2 ans et 5 ans dans la Commune ont une forte probabilité de dommage occasionné aux personnes et aux biens.

Ainsi, le risque hydrologique potentiel d'une inondation permet la description de l'aléa, la vulnérabilité des biens ainsi que leurs susceptibilités à subir le dommage.

Tableau 3 : Risque hydrologique de 5 ans et 10 ans

Période de retour	n=5 ans	n=10 ans
2 ans	0,968	0,999
5 ans	0,672	0,892
10 ans	0,409	0,651
20 ans	0,226	0,401
50 ans	0,096	0,182
100 ans	0,049	0,095

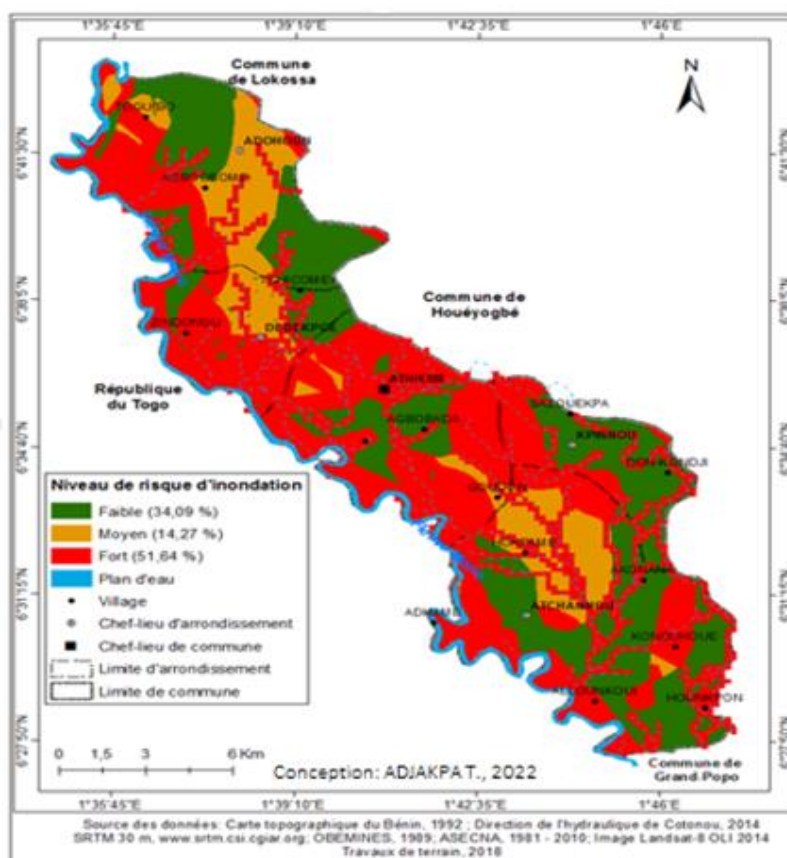
Source : Traitement des données, 2022

2.1.5.2 Vulnérabilité de la Commune d'Athiémé face aux inondations

La vulnérabilité est liée à la prédisposition, aux susceptibilités, aux fragilités, aux faiblesses, aux déficiences ainsi qu'au manque de capacité des éléments exposés. Cette prédisposition est influencée par des facteurs sociaux, économiques, environnementaux, physiques ou encore politiques, qui déterminent également la capacité des êtres humains à faire face à cet aléa (résilience). Ainsi les zones sensibles à l'inondation dans la Commune d'Athiémé sont connues. Les zones de faible vulnérabilité à l'inondation couvrent 44,64 % de la commune et sont disséminées surtout dans les localités d'Atchanou, Konouhoué, Hounkpon, Don-condji, Kpinnou, Sazouekpota, Tchicomey, Agbobada. Les zones de vulnérabilité moyenne à l'inondation correspondent aux zones à pente moyenne où le ruissellement sur les versants ne permet pas à l'eau de stagner. Ces zones occupent 19,84 % de la surface de la commune et sont situées surtout dans les localités comme Goudon, Hokpamé, Adohoun, Toguido, Agbogbome, Dédékpoe. Les zones de forte vulnérabilité à l'inondation occupent 35,52 % de la Commune. Ces zones concernent les plaines sujettes à la submersion, et sont situées aux abords des cours d'eau dans les plaines. La résultante de la carte des aléas et celle de la vulnérabilité a permis de cartographier les zones potentiellement à risque d'inondation dans la commune. La figure 5 présente les secteurs à risque hydro climatique, dont l'inondation, dans la Commune d'Athiémé.

De l'analyse de la figure 5, il ressort que les zones à risque d'inondation dans la Commune, varient de faible, moyen et fort. Les zones concernées par les différents niveaux de risque ont été retenues après la superposition des informations recueillies sur le terrain et les résultats issus des traitements SIG. Ainsi, les zones à risque faible couvrent 34,09 % de la surface. Les localités d'Atchannou, Akonana, Don-condji, Kpinnou, Sazouekpota, Tchicomey, Kpinnou sont les plus concernées.

Figure 5 : Zones à risques d'inondation



Source : Carte topographique du Bénin ; Direction de l'hydraulique à Cotonou

Les zones à risque moyen couvrent 14,27 % et sont dispersées sur l'ensemble de la Commune. Elles se rencontrent dans les secteurs à pente moyenne. Les localités de Adohoun, Agbogbomé, Goudon sont les plus concernées. Les zones à fort risque sont situées dans les plaines le long des cours d'eau. Elles occupent 51,64 % de la commune. Ces zones présentent un danger évident lors des crues. Les localités de Agniwédji, Athiémé, Zindonou, Toguido, Goudon, Alloukoui, Hokpamé, Adamé, Hounkpon Dédékpoe sont les plus concernées. Ces zones correspondent aux plaines alluviales et aux lits majeurs des cours d'eau. En effet, l'élaboration et la diffusion d'informations sur les zones inondables lors des événements pluvio-hydrologiques extrêmes, permet aux décideurs, aux populations vivant dans ces zones et aux divers acteurs de prendre des dispositions nécessaires avant que la catastrophe ne se produise. Ainsi, la connaissance à l'avance de ces zones permet non seulement de prévenir mais aussi de mettre en place les dispositifs de secours afin de réduire la vulnérabilité des populations riveraines. Selon les enquêtés une hauteur d'eau de 1,45 m cause la destruction des cultures, des infrastructures et empêche la population de vaquer aux différentes activités socioéconomiques et ceci pendant une période d'environ 40 jours par an de mi-août à mi-

octobre selon les 100 % des populations enquêtées. La carte du risque de l'inondation a été déterminée par le croisement des cartes de vulnérabilité à l'inondation et celle de l'aléa qui est le facteur déclencheur de l'inondation. L'intensité de l'aléa d'inondation (c'est-à-dire l'ampleur de l'inondation et sa probabilité d'occurrence) peut être élevée, moyenne ou faible et, selon l'affectation du territoire et le type d'activités (les enjeux), les conséquences négatives qui en résultent peuvent être importantes, moyennes ou faibles.

2.2 Évaluation des impacts des inondations sur la production agricole dans la Commune d'Athiémé

Les inondations dans la Commune d'Athiémé envahissent les champs et détruisent les différentes cultures. Lors des enquêtes de terrain, 100 % des enquêtés ont affirmé que leurs champs sont inondés en ces périodes de crue. Il faut souligner que beaucoup d'eau porte préjudice à certains plants et favorise d'autres.

2.2.1 Impacts des inondations sur la production agricole dans la Commune d'Athiémé

Les champs sont fortement submergés d'eau en période d'inondation ; 75,9 % des enquêtés estiment que leurs champs sont fortement inondés, 15,3 % estiment que c'est une partie de leurs champs qui est inondée et 8,8 % affirment que leurs champs sont faiblement inondés ce qui leur permet de cultiver à plein temps. En somme, la majorité des champs de la Commune d'Athiémé sont fortement inondés. En effet, selon 87 % des populations enquêtées, la montée des eaux a des conséquences sur le rendement des paysans, la destruction des cultures, la baisse de la production, le pourrissement des cultures, la perte des récoltes, l'inflation et l'inaccessibilité des champs. En effet, en 2009 où les inondations ont été exceptionnelles dans la plupart des localités au Bénin et plus particulièrement dans la commune d'Athiémé 265,75 ha de la superficie totale cultivée avec des dégâts estimés à plus 2 954,31 tonnes de perte de production agricole a été enregistrée.

La photo 1 montre un champ de manioc inondé dans la Commune d'Athiémé. La photo 1 montre un champ de manioc de 4 hectares totalement inondé à l'instar de la majorité des champs de la zone de recherche. Les exploitants de ce champ se retrouvent dans l'obligation de récolter une partie du manioc déjà arrivée à maturité afin d'éviter le pourrissement de toute la production.

Photo 1 : Champ de manioc envahi par les eaux à Adjassin-Condji



Prise de vue : Adjakpa T., octobre 2022

2.2.2 Niveaux d'impacts de l'inondation sur la production dans la Commune d'Athiémé

Les niveaux d'impacts de l'inondation sur la production dans la Commune d'Athiémé varient selon les intensités et les ampleurs. Les inondations affectent la production végétale. Il est enregistré une destruction massive des cultures et greniers. Le tableau 4 montre le point des dégâts causés par l'inondation sur la production agricole en 2022.

Tableau 4 : Proportion de superficies emblavées inondées dans la Commune d'Athiémé en 2022

Cultures affectées	Superficie emblavée (ha)	Superficie inondée (ha)	Proportion en pourcentage (%) des superficies inondées
Maïs	5565	231,5	4,15
Manioc	163,01	110,2	6,76
Niébé	67	32,9	49,10
Crincrin	244	150,4	20,65
Riz	43	43	100
Maraîchères	278 ,06	86,2	31
Palmier	125,75	65	51,68
Coton	34	34	100
Total	6241,76	753,2	12, 06

Source : Ex-CARDER (ATDA) Athiémé, août, 2022

Le tableau 4 montre que sur une superficie totale emblavée de 6 241,76 ha de production agricole, 753,2 ha soit 12,06 % sont inondées et irrécupérables. Les inondations dans la

Commune d'Athiémé sont temporaires et dures en moyenne 40 jours de mi-août à mi-octobre avec une très forte intensité de dégâts sur la production agricole. En effet, dans la Commune d'Athiémé plus de 2000 tonnes de production agricoles sont détruites en ces périodes d'inondation. Ces destructions sont facteurs d'insécurité alimentaire. En effet, 85,29 % de la population affirment que les inondations influent sur les prix des différentes spéculations, contre seulement 14,71 % qui estime que les inondations n'ont aucun impact sur les prix de ces derniers. Globalement les inondations affectent la productivité agricole et par conséquent les prix des denrées alimentaires. Les cultures les plus basses comme le manioc qui a sa racine sous terre ; le niébé, le crinrin et les cultures maraîchères et le riz qui sont de petites tailles sont facilement plus asphyxiées par l'eau qui les étouffent à cause de leurs petites tailles par rapport à la hauteur des eaux et sont plus inondées. Par contre le palmier et le maïs qui ont une certaine hauteur sont moins inondés.

2.3 Dynamique de la production agricole sur la sécurité alimentaire dans la Commune d'Athiémé

La sécurité alimentaire est balisée par quatre composantes : la disponibilité, l'accessibilité, l'utilisation et la régularité des besoins alimentaires. D'après les données collectées sur le terrain, l'insécurité alimentaire résulte de la destruction des cultures vivrières, du fait des inondations dans la Commune d'Athiémé. En effet, le rendement agricole dépend de la superficie emblavée par chaque individu de la localité. Aussi, la disponibilité, l'accessibilité, l'utilisation et la régularité des produits agricoles qui permettent de répondre aux besoins de chaque famille dépendent de ce qu'elle produit et de sa superficie cultivable. La superficie totale emblavée par la population enquêtée dans les 14 villages est de 235,28 ha soit une moyenne de 1,38 ha avant les inondations. La plus petite superficie emblavée est de 0,16 ha. Ces superficies sont utilisées pour la production de plusieurs spéculations telles que le maïs, le niébé, le manioc et les différents produits maraîchers qui permettent aux populations de répondre aux besoins alimentaires et de lutter contre le phénomène d'insécurité alimentaire. Même les petites superficies emblavées pouvaient permettre aux populations d'assurer la sécurité alimentaire. Malheureusement, les inondations détruisent les récoltes plongeant ainsi les populations dans l'insécurité alimentaire. Le tableau 5 présente les données de référence sur le rendement moyen des différentes spéculations :

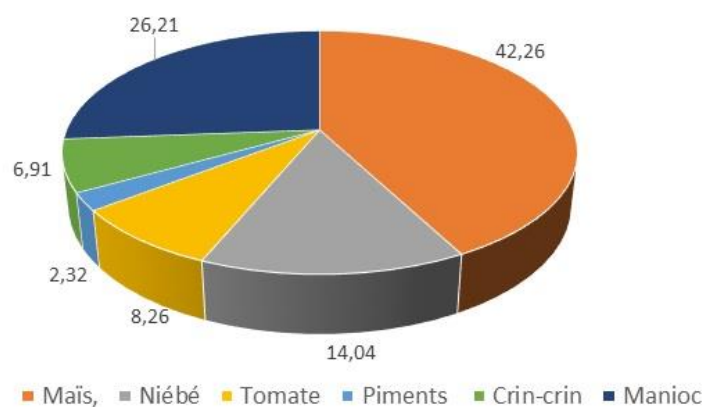
Tableau 5 : Rendement moyen des différentes spéculations

Spéculations	Rendement moyen (red moy) /ha
Maïs	1 600 Kg
Niébé	1 650 Kg
Manioc	16 226 Kg
Tomate	2 125 Kg
Piment	3 400 Kg
Crin –crin	2 750 Kg

Source : Ex CARDER (ATDA) Athiémé, 2022

Selon les données recueillies sur le terrain, un panier de tomates vaut 17 kg et pour une superficie de 400 m² de tomates on obtient 4 à 5 paniers selon le rendement moyen de la surface cultivable. En effet, La quantification en termes de tonnage sur le maïs, le niébé le manioc, la tomate, le piment et le crin-crin a été obtenue sur la base de la règle de trois à partir des données sur le rendement moyen de chaque spéculation. Le tableau 5, fait le point de la quantité de chaque spéculation récoltée sur une superficie de 400 m² correspondant à une unité locale de mesure appelée « Kantin » et sur les superficies emblavées. La figure 6 montre la proportion de superficie occupée par les principales spéculations produites par l'ensemble des enquêtés avant les périodes d'inondation.

Figure 6 : Répartition des superficies pour chaque produit agricole



Source : Données d'enquête de terrain, octobre 2022

L'analyse de la figure 6 montre que 42,26 % de la superficie totale emblavée avant les inondations sont occupées par la culture du maïs avec un rendement estimé à 159 126 Kg. Avec un rendement de 54 502 Kg, 14,04 % de la superficie emblavée sont occupées par la culture du niébé et 26,21 % de la superficie totale sont utilisées pour la production du Manioc. Les faibles proportions sont respectivement occupées par les produits maraîchers. En effet,

2,32 % de la superficie emblavée est occupée par le piment, le crin-crin occupe quant à lui 6,91 % de la superficie et la culture de la tomate est pratiquée sur 8,26 % de la superficie emblavée.

Le tableau 6, montre les superficies de spéculations perdues après les inondations par les enquêtés.

Tableau 6 : Superficies de spéculations perdues après les inondations par les enquêtés.

Spéculations	Superficie avant les inondations (en ha)	Superficie après les inondations (en ha)	Superficies perdues (en ha)	Proportion en pourcentage (%) des superficies perdues
Maïs	99,45	20,46	78,99	79,42
Niébé	33,03	8,45	24,58	74,41
Tomate	19,44	9,07	10,37	53,34
Piments	5,45	1,94	3,51	64,40
Crin-crin	16,26	6,64	9,62	59,16
Manioc	61,67	3,61	58,06	94,14

Source : Données d'enquête de terrain, octobre 2022

L'observation du tableau 6 montre que les superficies de cultures détruites par les inondations sont comprises entre 53,34 % et 94,14 %. Il est observé une réduction du rendement car plus de 50% des superficies emblavées sont perdues. Cette perte ne permet pas à la population de la localité de répondre efficacement à ses différents besoins alimentaires aussi bien en qualité qu'en quantité. D'où le phénomène d'insécurité alimentaire qui apparaît tout juste après les périodes de l'inondation qui dure en moyenne 40 jours dans la Commune d'Athiémé.

3 Discussions

Dans le contexte de la tendance générale à la baisse de la pluviométrie à partir de la décennie 1970 qui s'est accentuée au cours des décennies suivantes, la pluviométrie locale contribue aux inondations dans la Commune d'Athiémé. Toutefois, elle n'est pas responsable des graves inondations qui créent l'insécurité alimentaire. Les inondations dévastatrices de la Commune sont causées beaucoup plus par les crues provoquées par les lâchers d'eau du barrage Nangbéto. Pour mieux gérer les inondations, les paysans du secteur d'étude interrogés se renseignent sur les manifestations du risque d'inondation par les sensibilisations faites par les élus locaux sur les lâchers d'eau du barrage de Nangbéto.

Ces résultats confirment ceux obtenus par E. OGOUWALE (2006, p. 175) qui avait montré la baisse sensible des indices pluviométriques dans l'ensemble des bassins versants de la partie méridionale du Bénin auxquels appartient la Commune d'Athiémé. Les inondations rendent

vulnérables l'agriculture. En effet, la vulnérabilité des cultures face à la crue induite par le débordement du fleuve Mono et par les séquences de pluie est prononcée en fonction du type de culture. Les dégâts enregistrés sont de plusieurs ordres : perte de semence et de récolte. Ces résultats sont conformes à ceux de M. BOKO (1988, p. 132) et I. YABI *et al*, 2011, p. 21) qui ont révélé que la vulnérabilité se manifeste par une baisse des rendements et des pertes importantes de récoltes dans la mesure où les premières périodes des récoltes se calquent sur les fortes précipitations et les crues. Les résultats des travaux d'enquête de terrain ont montré que la difficulté d'accès à l'alimentation demeure un problème majeur durant les périodes de l'inondation et après le retrait des eaux.

L'agriculture à Athiémé est principalement une agriculture de type familial orientée vers la polyculture. Elle repose sur des petites exploitations familiales. Cette agriculture ne permet pas d'assurer tous les besoins alimentaires des populations parce qu'elle se pratique avec des moyens rudimentaires et est exposées aux inondations. Ces résultats sont similaires à ceux de la FAO (2014, p. 85) qui affirme que le Bénin est victime de catastrophes naturelles récurrentes et a connu ces vingt dernières années des perturbations climatiques à l'origine de sécheresses et d'inondations aux conséquences non négligeables. Elle indique que la baisse de la production entraîne une hausse des prix des aliments et accroît par conséquent l'insécurité alimentaire, en particulier des ménages ruraux des pays en voie de développement qui achètent plus d'aliments qu'ils n'en vendent.

Dans le même ordre d'idées, pour CARE (2011, p. 9), la baisse de la quantité et de la qualité des rendements agricoles, des produits forestiers et l'excès d'eau sont des conséquences de l'inondation sur la production agricole. En effet, les inondations ont des impacts sur la production agricole dans la Commune d'Athiémé, ce qui entraîne un déficit de la quantité et de la qualité des rendements agricoles. L'excès d'eau se révèle être la cause des problèmes d'insécurité alimentaire. Pour lutter contre les problèmes d'insécurité alimentaire, la population développe des stratégies de lutte contre ce phénomène.

A Athiémé, les paysans développent des stratégies tels que : l'augmentation de la productivité agricole, la résilience à l'inondation et la durabilité, notamment pour les petits agriculteurs (par exemple, en faisant la promotion des pratiques agricoles de conservation, de la restauration des sols dégradés et de la biodiversité agricole), la pratique des cultures d'irrigation. D'après la FAO (2013, p. 47), la sécurité alimentaire est assurée quand toutes les personnes, en tout temps, ont économiquement, socialement et physiquement accès à une autosuffisance alimentaire, sûre et nutritive qui satisfait leurs besoins nutritionnels et leur préférence alimentaire pour leur permettre de mener une vie active et saine ». Cette définition

englobe la disponibilité des denrées alimentaires, l'accès des personnes à ces denrées et l'utilisation qu'elles font de celles-ci, ainsi que la stabilité de ces trois composantes. Il existe ainsi un lien étroit entre l'agriculture et la sécurité alimentaire.

L'agriculture englobe la culture des végétaux, les activités d'élevage et de pêche. Elle permet fondamentalement de satisfaire les besoins alimentaires de l'homme, de contribuer au maintien et à l'amélioration de sa santé, condition préalable à la satisfaction des autres besoins. L'augmentation et la diversification de la production alimentaire pour la consommation familiale ou comme source de revenus est une des conditions fondamentales pour une meilleure sécurité alimentaire des ménages de la Commune d'Athiémé. Les résultats sont aussi conformes à ceux de L. ISSAOU (2014, p.149) sur les risques *climatiques dans le sud Togo qui déclare que* les cultivateurs affirment que les rendements agricoles deviennent de plus en plus faibles en raison des aléas climatiques et que les plantes deviennent de plus en plus rabougries. Il est donc nécessaire que des stratégies soient développées pour prévenir les phénomènes cycliques des inondations et par conséquent éviter l'insécurité alimentaire.

Conclusion

Au terme de la présente recherche, il ressort que les inondations constituent les risques climatiques majeurs dans la Commune d'Athiémé. La description des différents aspects du milieu physique et humain a permis de montrer leur vulnérabilité face aux manifestations des risques climatiques. Les inondations se présentent sous plusieurs formes. Pour cette étude, l'analyse a concerné les inondations dues aux crues. Afin d'aborder les manifestations de l'inondation, la caractérisation des différents risques a été décryptée. Ainsi, les paramètres climatiques tels que la pluviométrie ont permis de faire l'essentiel des analyses statistiques dans la série pluviométrique de 1991 à 2019. Ces risques d'inondation ont des conséquences directes et indirectes sur les modes et moyens d'existence des populations. Les populations majoritairement agricoles pratiquent une agriculture pluviale dépendante des aléas climatiques, ce qui les rend plus vulnérables aux caprices des aléas météorologiques. Les facteurs déclencheurs et amplificateurs des inondations dans cette commune sont d'ordre naturel et anthropique. Les facteurs naturels sont liés à l'aspect géomorphologique, pédologique, hydrographique et pluviométrique mais sont surtout liés aux crues du fleuve Mono.

Ainsi, les ressources les plus exposées aux risques sont l'agriculture vivrière, les ressources en eau, la biodiversité l'habitat. La production agricole qui permet de subvenir aux besoins alimentaires de la population est affectée par l'inondation. Cette situation pose le problème d'insécurité alimentaire car la quantité, la disponibilité, la qualité et l'accès à la production

alimentaire sont influencées par la présence d'eau qui détruit les cultures dans les champs. Il s'en suit la perte des ressources alimentaire et le phénomène d'insécurité alimentaire. Face à tout ceci, les communautés locales ont leurs stratégies d'adaptation endogènes à ces risques. Sur ce, on relève l'utilisation des semences à cycle court pour récolter et stocker avant l'arrivée des inondations. Il y a la pratique des cultures de contre saison au niveau des bas-fonds qui stockent les eaux. Le stockage des produits agricoles dans des meilleures conditions est aussi pratiqué par les paysans qui sont appuyés par les techniciens de l'Agence Territoriale de Développement Agricole (ATDA).

Références bibliographiques

- AGNANTOMEY Nonvignon Landry, 2016, *Caractérisation des risques d'inondation et production agricole dans la Commune de Ouinhi* ; Mémoire de DEA. UAC/FLASH/DGAT, 77 p.
- ATIYE Emile, 2016, *Caractérisation des risques hydro climatiques dans LE Bassin Versant Béninois du Fleuve Mono à l'exutoire d'Athiémé* ; Thèse de Doctorat Unique de l'Université d'Abomey-Calavi (Bénin), 249 p.
- BANQUE MONDIALE, 2011, *Inondation au Bénin - Rapport d'évaluation des Besoins Post Catastrophe*, 84p.
- BOKO Michel, 1988), *Climats et communautés rurales du Bénin : rythmes climatiques et rythmes de développement*, Thèse de Doctorat d'Etat ès lettres, Université de Bourgogne, Vol. 1, 282 p.
- CARE Bénin-Togo, 2011, *Rapport d'étape de l'intervention de Care dans la Commune de Dangbo par rapport à l'inondation de 2010, janvier 2011*, CARE Internationale au Bénin, Dangbo, 15 p.
- CARITAS Bénin, 2011, *Rapport sur les inondations de 2010 au Bénin, Porto-Novo, janvier 2011*, 49 p.
- FAO, 2013, *Politiques et stratégies générales du secteur agricole et rural*, vol 1, PNUD/FAO, SPPD/BEN/99/004, 92 p.
- FAO, 2014, *Analyse Globale de la Vulnérabilité et de la Sécurité Alimentaire (AGVSA)*, FAO, SPPD/BEN/,146p.
- FAO, 2007, *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture (SOFA)*, 259 p
- ISSAOU Latifou, 2014, *Risques climatiques dans le sud Togo : manifestations, impacts et stratégies d'adaptation*, Thèse de Doctorat, Université de Lomé, 264p
- OGOUWALE Euloge, 2006, *Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospectives de la sécurité alimentaire*, Thèse de Doctorat Unique, EDP/FLASH, UAC, 302 p.
- PNUD, 2011, *Rapport de la gestion des inondations de 2010 au Bénin*, Cotonou, juin 2011, 85 p.
- YABI Ibouaïma, OGOUWALE Euloge et BOKO Michel, 2011, « Contraintes climatiques et développement agricole au Bénin » *Annales Vol. 2, n°17*, Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaine (FLASH) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), 13-30.

Auteurs

¹Centre Interfacultaire de Formation et de Recherche en Environnement pour le Développement Durable (CIFRED), Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin, adjakpatheo@yahoo.fr

²Institut National Médico-Sanitaire (INMeS) de l'Université d'Abomey-Calavi (UAC), Bénin soussiatheodore@gmail.com

³Département de Géographie, Ecole Normale Supérieure de l'Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger), amadoubaya@gmail.com