

Numéro 6 Octobre 2025

ISSN 2960-1606

# RAVSE

Revue d'Analyse des Vulnérabilités  
Socio-Environnementales



Revue de Géographie du

## LAVSE

<https://revue.lavse.org/>

PUBLIÉ PAR LE DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE DE L'UNIVERSITÉ ALASSANE OUATTARA

# RAVSE

*Revue de Géographie du Laboratoire d'Analyse des Vulnérabilités Socio-Environnementales, publiée par le Département de Géographie de l'Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire*

## INDEXATION

Scientific Journal Impact Factor (SJIF)

<https://sjifactor.com/passport.php?id=23819>

**Impact Factor : 5,333 (2025)**

## ADMINISTRATION DE LA REVUE

### *Directeur*

Joseph P. ASSI-KAUDJHIS, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

### *Secrétariat de rédaction*

- Konan KOUASSI, Professeur Titulaire à l'UAO
- Narcisse Bonaventure ASSI-KAUDJHIS, Professeur Titulaire à l'UAO

### *Secrétariat administratif et technique*

- Konan KOUASSI, Professeur Titulaire à l'UAO
- Guy Roger Yoboué KOFFI, Maître-Assistant à l'UAO
- Edouard Zadi ZOGBO, Maître-Assistant à l'UAO
- Pierre Anvo AYEMOU, Maître-Assistant à l'UAO
- Senguen KOUAKOU, Assistant, Informaticien, à l'UAO
- Adeline Olga BRISSY, Maître-Assistant à l'UAO
- Enoc One GUEDE, Maître-Assistant à l'UAO

### *Comité scientifique*

- DJAKO Arsène, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- SOKEMAWU Koudzo, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- GIBIGAYE Moussa, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- GUEDEGBE Odile DOSSOU, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi

(Bénin)

- **HECTHELI** Follygan, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **KADOUZA** Padabô, Professeur Titulaire, Université de Kara (Togo)
- **BLE Celestin**, Directeur de Recherches, CRO (Côte d'Ivoire)
- **ASSA** Rebecca Rachel A., Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **BOUPKESSI** Tchaa, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **MÉDIEBOU** Chindji, Maître de Conférences Université de Yaoundé (Caméroun)
- **FANGNON** Bernard, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **YABI** Ibouraima, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **ABOUDOU** Ramanou Y. M. A., Professeur Titulaire, Université de Parakou (Bénin)
- **KOUMI** Rachelle, Maître de Recherches, CRO (Côte d'Ivoire)
- **BARIMA** Yao Sabas, Professeur Titulaire, Université Jean Lorougnon Guédé (Côte d'Ivoire)
- **CHEIKH** Samba Wade, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger (Sénégal)
- **PAPA** Sakho, Maître de Conférences, Cheikh Anta Diop (Sénégal)
- **ADJAKPA** Tchékpo Théodore, Maître de Conférences, Université Abomey-Calavi (Bénin)

## **EDITORIAL**

L'analyse de la vulnérabilité vise à comprendre les conditions et les expressions d'exposition néfaste aux catastrophes naturelles et aux crises dans le but de réduire leurs conséquences sur les populations, les territoires et les activités. La nécessité d'une approche géographique s'impose comme une réponse à la complexité de l'objet d'étude que constitue la vulnérabilité. La création de RAVSE résulte de l'engagement scientifique du Laboratoire d'Analyse des Vulnérabilités Socio-environnementales logé à l'Université Alassane Ouattara à contribuer à la diffusion des savoirs scientifiques. RAVSE est une revue spécialisée de Géographie dont l'objectif est de contribuer à éclairer la complexité des facteurs de vulnérabilités socio-environnementales et les stratégies de résiliences mises en place par les sociétés dans un contexte de développement durable. Elle maintient sa ferme volonté de réunir les contributions venant d'horizon divers qui donnent à la vulnérabilité socio-environnementale son épaisseur géographique. Ce support de publication scientifique vient donc renforcer la visibilité des résultats des travaux de recherche menés sur les vulnérabilités socio-environnementales en géographie et les sciences connexes. RAVSE est au service des enseignants-chercheurs, chercheurs et étudiants qui s'intéressent à l'analyse des vulnérabilités socio-environnementales. A cet effet, RAVSE accueillera toutes les contributions sur les thématiques liées aux facteurs de vulnérabilités socio-environnementales et les stratégies de résiliences.

**Secrétariat de rédaction**

## **COMITE DE LECTURE**

- **ASSI-KAUDJHIS** Narcisse Bonaventure, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **SOKEMAWU** Koudzo, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **GIBIGAYE** Moussa, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **GUEDEGBE** Odile DOSSOU, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)
- **HECTHELI** Follygan, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **KOUAME** Déhedé Paul, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **MAFOU** Kouassi Combo, Maître de Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé (Côte d'Ivoire)
- **N'GUESSAN** Kouassi Guillaume, Maître de Conférences, Université Jean Lorougnon Guédé (Côte d'Ivoire)
- **KOFFI** Yéboué Stéphane Koissy, Maître de Conférences, Université Péleforo Gon Coulibaly (Côte d'Ivoire)

- **DJAH** Armand Josué, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **KOUASSI** Kouamé Sylvestre, Professeur Titulaire, Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)
- **ADJAKPA** Tchékpo Théodore, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Bénin)

## **AVIS AUX AUTEURS**

La Revue d'Analyse des Vulnérabilités Socio-Environnementales (RAVSE), Revue de Géographie du LAVSE (Laboratoire d'Analyse des Vulnérabilités Socio-Environnementale) diffuse de travaux originaux de géographie qui relèvent du domaine des «Sciences de l'homme et de la société». Elle publie des articles originaux, rédigés en français, non publiés auparavant et non soumis pour publication dans une autre revue. Les normes qui suivent sont conformes à celles adoptées par le Comité Technique Spécialisé(CTS) de Lettres et sciences humaines / CAMES (cf. dispositions de la 38e session des consultations des CCI, tenue à Bamako du 11 au 20 juillet 2016).

### **1- Manuscrit**

**Les textes à soumettre devront respecter les conditions de formes suivantes :**

- le texte doit être transmis au format document doc (word 97-2003);
- il devra comprendre un maximum de 60.000 signes (espaces compris), interligne 1,5, police de caractères Times New Roman 12 ;
- insérer la pagination et ne pas insérer d'information autre que le numéro de page dans le pied de page ;
- les figures et les tableaux doivent être intégrés au texte et présentés avec des marges d'au moins six centimètres à droite et à gauche. Les caractères dans ces figures et tableaux doivent aussi être en Times 12. Les titres des illustrations (carte, tableaux, figures, photographies) doivent être mentionnés ;
- Le comité de rédaction demande aux auteurs de préciser sur la première page :
  - Le titre du texte,
  - Pour chaque auteur, une notice comprenant :
    - les nom et prénoms,
    - le grade
    - le rattachement institutionnel,
    - l'adresse électronique,
  - Un résumé en un seul paragraphe de 1000 signes (espaces compris) maximum, qui devra être différent du premier paragraphe du texte. Il doit notamment énoncer l'objectif poursuivi par l'auteur.
  - Proposer six mots clés.
  - Proposer le texte lui-même.

**NB :** le résumé doit être traduit en anglais ainsi que les mots clés.

Le manuscrit doit respecter la structuration suivante : Introduction, Méthodologie, Résultats (analyse des Résultats), Discussion, Conclusion, Références bibliographiques (s'il s'agit d'une recherche expérimentale ou empirique).

Les notes infrapaginales, si elles existent, doivent être numérotées en chiffres arabes, rédigées en taille 10 (Times New Roman). Réduire au maximum le nombre de notes infrapaginales. Ecrire les noms scientifiques et les mots empruntés à

d'autres langues que celle de l'article en italique (*Solanum lycopersicum*).

Les articulations d'un article, à l'exception de l'introduction, de la conclusion, de la bibliographie, doivent être titrées, et numérotées par des chiffres (exemples : 1. ; 1.1. ; 1.2. ; 2. ; 2.2. ; 2.2.1 ; 2.2.2. ; 3. ; etc.). Les titres des sections du texte doivent être numérotés de la façon suivante :

**1. Premier niveau, premier titre (Times 12 gras)**

**1.1. Deuxième niveau (Times 12 gras italique)**

**1.2.1. Troisième niveau (Times 12 italique sans le gras)**

**Les illustrations**

Les tableaux, les cartes, les figures, les graphiques, les schémas et les photos doivent être numérotés (numérotation continue) en chiffres arabes selon l'ordre de leur apparition dans le texte. Ils doivent comporter un titre concis, placé au-dessus de l'élément d'illustration (centré). La source (centrée) est indiquée au-dessous de l'élément d'illustration (Taille 10). Ces éléments d'illustration doivent être : **i.** annoncés, **ii.** Insérés, **iii.** Commentés dans le corps du texte.

*La présentation des illustrations : figures, cartes, graphiques, etc. doit respecter le miroir de la revue. Ces documents doivent porter la mention de la source, de l'année et de l'échelle (pour les cartes).*

**2- Notes et références**

**2.1.** Les passages cités sont présentés entre guillemets. Lorsque la phrase citant et la citation dépasse trois lignes, il faut aller à la ligne, pour présenter la citation (interligne 1) en retrait, en diminuant la taille de police d'un point.

**2.2.** Les références de citation sont intégrées au texte citant, selon les cas, ainsi qu'il suit :

- Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'auteur, année de publication, pages citées (T. K. YEBOUE, 2017, p. 18);
- Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'Auteur (année de publication, pages citées).

Exemples:

En effet, l'objectif poursuivi par K. Kouassi (2012, p. 35), est «une meilleure appréhension des enjeux de la problématique de l'insalubrité dans l'espace urbain en général et à Adjamé (...)»

**2.3.** Les sources historiques, les références d'informations orales et les notes explicatives sont numérotées en continue et présentées en bas de page.

**2.4.** Les divers éléments d'une référence bibliographique sont présentés comme suit : Nom et Prénom (s) de l'auteur, Année de publication, Titre, Lieu de publication, Editeur, pages (p.) **pour les articles et les chapitres d'ouvrage.**

Le titre d'un article est présenté entre guillemets, celui d'un ouvrage, d'un mémoire ou d'une thèse, d'un rapport, d'une revue ou d'un journal est présenté en italique. Dans la zone Editeur, on indique la Maison d'édition (pour un ouvrage), le Nom et le numéro/volume de la revue (pour un article). Au cas où un ouvrage est une traduction et/ou une réédition, il faut préciser après le titre le nom du traducteur et/ou l'édition

(ex: 2<sup>nde</sup> éd.).

**2.5.** Les références bibliographiques sont présentées par ordre alphabétique des noms d'auteur. Par exemple:

### Références bibliographiques

AMIN Samir, 1996, *Les défis de la mondialisation*, L'Harmattan, Paris, 345 p.

BERGER Gaston, 1967, *L'homme moderne et son éducation*, PUF, Paris, 368 p.

DIAGNE Souleymane Bachir, 2003, «Islam et philosophie. Leçons d'une rencontre», *Diogène*, 202, p. 145-151.

DIAKITE Sidiki, 1985, *Violence technologique et développement. La question africaine du développement*, L'Harmattan, Paris, 153p.

LAVIGNE DELVILLE Philippe, 1991, Migration et structuration associative : enjeux dans la moyenne vallée. In : *La vallée du fleuve Sénégal : évaluations et perspectives d'une décennie d'aménagements*, Karthala, Paris, p. 117-139.

SEIGNEBOS Christian, 2006, Perception du développement par les experts et les paysans au nord du Cameroun. In : *Environnement et mobilités géographiques*, Actes du séminaire, PRODIG, Paris, p. 11-25.

SOKEMAWU Koudzo, 2012, « Le marché aux fétiches : un lieu touristique au cœur de la ville de Lomé au Togo », In : *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé*, Série « Lettre et sciences humaines », Série B, Volume 14, Numéro 2, Université de Lomé, Lomé, p. 11-25.

**Pour les travaux en ligne ajouter l'adresse électronique (URL).**

### 3. Nota bene

**3.1.** Le non-respect des normes éditoriales entraîne le rejet d'un projet d'article.

**3.2.** Tous les prénoms des auteurs doivent être entièrement écrits dans la bibliographie.

**3.3.** Pagination des articles et chapitres d'ouvrage, écrire p. 2-45, par exemple et non pp. 2-45.

**3.4.** En cas de co-publication, citer tous les co-auteurs.

**3.5.** Eviter de faire des retraits au moment de débiter les paragraphes, observer plutôt un espace.

**3.6. Plan:** Introduction (Problématique, Hypothèse), Méthodologie (Approche), Résultats (analyse des résultats), Discussion, Conclusion, Références Bibliographiques

**Résumé:** dans le résumé, l'auteur fera apparaître le contexte, l'objectif, faire une esquisse de la méthode et des résultats obtenus. Traduire le résumé en Anglais (**y compris le titre de l'article**)

**Introduction:** doit présenter le contexte, la situation problématique, le problème, les questions de recherche, les objectifs de recherche et si possible les hypothèses.

**Outils et méthodes: (Méthodologie/Approche),** l'auteur expose uniquement ce qui est outils et méthodes

**Résultats:** l'auteur expose ses résultats, qui sont issus de la méthodologie annoncée dans **Outils et méthodes** (pas les résultats d'autres chercheurs). L'Analyse des résultats traduit l'explication de la relation entre les différentes variables objet de l'article; le point "R" présente le résultat issu de l'élaboration (traitement) de l'information sur les variables.

**Discussion:** la discussion est placée avant la conclusion ; la conclusion devra alors être courte. Dans cette discussion, confronter les résultats de votre étude avec ceux des travaux antérieurs, pour dégager différences et similitudes, dans le sens d'une validation scientifique de vos résultats. La discussion est le lieu où le contributeur dit ce qu'il pense des résultats obtenus, il discute les résultats ; c'est une partie importante qui peut occuper jusqu'à plus deux pages.

**Le Rédacteur en chef**

## Sommaire

<b>KONE Basoma, KONAN Kouamé Hyacinthe</b> <i>Les enjeux sécuritaires des changements climatiques sur la transhumance dans le Nord de la Côte d'Ivoire</i>	14
<b>KOFFI Brou Émile, YÉO Brahim, DIALLO Issoufou</b> <i>Grossesses en milieu scolaire : une gestion sociale et éducative pour la maintenance des filles à l'école dans la direction régionale de l'éducation nationale et de l'alphabétisation du Hambol (Centre-Nord de la Côte d'Ivoire)</i>	31
<b>OUSSOU Anouman Yao Thibault</b> <i>Les enjeux spatiaux des pratiques culturelles dans la ville de Bouaké (Centre, Côte d'Ivoire)</i>	50
<b>Aniko ALEME, Aklèso Gnassigbé KEZIE, Essoyomèwè AKODABI, Tatongueba SOUSSOU, Tchaa BOUKPESSI</b> <i>Conversion, intensités et vitesses des changements par intervalle de temps (1985-2005 et 2005-2023) des unités d'occupation et d'utilisation des terres du parc national de l'Oti-Keran (PNOK) au Nord-Togo</i>	66
<b>KIARI FOUYOU Hadiza, ADOUM FORTEYE Amadou, MADJIGOTO Robert</b> <i>Analyse de la perception de sécurité par les communautés rurales du lac Tchad : exemple de la Région de Diffa au Niger et des Provinces du Kanem et du Lac au Tchad</i>	86
<b>TOGBE Janvier, KOFFI Amoin Prisca, BOHOUSSOU N'Guessan Séraphin</b> <i>Investissements communaux et accessibilité des populations aux services de l'état civil à Danané (Ouest de la Côte d'Ivoire)</i>	99
<b>Hamet Mahamane MAHAMADOU BACHIR, Moctar HASSANE, Kaka Kiari Boukar Kellou</b> <i>Stratégies de contournement à l'expansion de groupes terroristes : cas de Boko Haram dans la région de Diffa au Niger</i>	115
<b>TE Wrossépané Cynthia Charlene Epouse SERI, Bié Roméo</b> <i>Itinéraires thérapeutiques et logiques sociales du recours à la médecine traditionnelle dans la prise en charge des troubles mentaux : Cas du département de Korhogo, Région du Poro (Côte d'Ivoire)</i>	135

<p><b>PREGNON Lhey Raymonde Christelle</b></p> <p><i>Évaluation cartographique de la dégradation environnementale du quartier Zone industrielle de Bouaké (Côte d'Ivoire)</i></p>	155
<p><b>LANTONKPODE Aristide, BONI Gratien, WARI ABOUBAKAR Moussa, DJESSONOU Sèngla Franco-Néo Camus</b></p> <p><i>Manifestations de la variabilité hydro-climatique dans les communes de Djidja, d'Agbangnizoun et d'Abomey (Bénin, Afrique de l'ouest)</i></p>	174
<p><b>KONAN Kouakou Charles, AMALAMAN Marc Auriol, SOUMAHORO Saï Pou, TRA BI Zamblé Armand</b></p> <p><i>Analyse en ondelette de la relation pluie-débit dans le bassin versant de la Marahoué (centre-ouest de la Côte d'Ivoire)</i></p>	198
<p><b>QUENUM Comlan Irené Eustache Zokpénou</b></p> <p><i>Gentrification urbaine et spéculation foncière dans les quartiers en reconstructions de Cotonou : cas des 2<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> arrondissements</i></p>	211
<p><b>Boubacar BARRY, Cheikh Tidiane WADE, Dramane CISSOKHO</b></p> <p><i>Regard croisé entre le foncier et les ressources ligneuses en Moyenne Casamance septentrionale</i></p>	230
<p><b>DJORO-DJAPI Élodie Ange Éléonore, YRO Koulai Hervé, AKA Aké Brice Patrick</b></p> <p><i>Logiques portuaires d'Abidjan face au besoin d'espace</i></p>	247
<p><b>KOUASSI Kobenan Christian Venance</b></p> <p><i>Expansion urbaine et dysfonctionnement du système d'assainissement dans la ville de Djébonoua : entre risques environnementaux et défis d'aménagement</i></p>	259
<p><b>LILA RENI BIBRIVEN, ABOUBAKAR SALEH</b></p> <p><i>Dynamique Érosive des Berges du Chari et son Impact sur un Territoire Urbain à N'Djaména : Une Étude de Cas du 1er Arrondissement (1993-2023)</i></p>	279
<p><b>OUOBA Souleymane Jean-Claude, AFFO Fabien</b></p> <p><i>La dynamique régressive de forêt classée de Wari Maro : quel ancrage du sacre ?</i></p>	316
<p><b>MBENGUE Mamadou Saliou</b></p> <p><i>L'atteinte des odd 1, 2 et 5 par les organisations communautaires : l'exemple de l'Union Régionale des Associations Paysannes de Diourbel (URAPD)</i></p>	333

<p><b>Dominique Syrienne MINKOUE-MI-MBA, Clet Mesmin EDOU EBOLO, Marjolaine OKANGA-GUAY, Jean Bernard MOMBO</b></p> <p><i>Evaluation du plan sectoriel pêche et aquaculture (PSPA, 2004 à 2014) : le cas des pêcheries de la région de l'estuaire au Gabon</i></p>	352
<p><b>TANOÛ Kouamé Perèze</b></p> <p><i>Economie circulaire, une réponse à la gestion des déchets solides ménagers et à la résilience économique des populations à Bouaké (Côte d'Ivoire) ?</i></p>	378
<p><b>DIARRASSOUBA Bazoumana</b></p> <p><i>Assainissement du cadre de vie urbain à Man (côte d'ivoire) : entre contraintes physiques et pratiques des populations</i></p>	394
<p><b>NIAMIEN Kadjo Henri-Joel, KOUADIO N'Guessan Olivier</b></p> <p><i>Caractéristiques sociotechniques et contraintes de la production piscicole dans la sous-préfecture de Bouaké</i></p>	408
<p><b>Mor FAYE, Djibrirou Daouda BA, René Ndimag DIOUF</b></p> <p><i>Variabilité climatique et stratégies d'adaptation dans les villes secondaires du Sénégal : Cas de Mboro</i></p>	422
<p><b>BOULY SANE, Tidiane SANE, Cheikh FAYE, Fatima DIOP</b></p> <p><i>Potentiel en eau souterraine et activités économiques dans la Sous-Unité de Gestion et de planification des Ressources en eau de la Moyenne-Casamance (Sénégal)</i></p>	439
<p><b>KOFFI Guy Roger Yoboué, KOMENAN Komenan Gabin, KOUASSI Yao Privat</b></p> <p><i>Usages phytosanitaires en maraîchage urbain à Bouaké (Côte d'Ivoire) : entre résilience économique et risques sanitaires</i></p>	464
<p><b>KONAN Aya Suzanne</b></p> <p><i>Contraintes et stratégies de durabilité de la filière banane plantain dans la Sous-préfecture de Bonon (Centre - Ouest, Côte d'Ivoire)</i></p>	483
<p><b>MAHAMAT HEMCHI Hassane, BASSENA Pierre, OURSINGBE PASSAL Joachim</b></p> <p><i>Souvenir des avènements ratés de Faya-Largeau au nord du Tchad : entre utopie et perspective métropolitaine</i></p>	505
<p><b>YAO Adjoua Victoire, BRISSY Olga Adeline</b></p> <p><i>Accessibilité des personnes handicapées aux équipements à l'Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)</i></p>	527

<b>FIEDI N'Zoré Pascal, SEKONGO Fougo Valy, DJE Kouamé Casimir, DIOMANDE Beh Ibrahim</b> <i>Stratégies d'adaptation des systèmes cultureux des acteurs de la filière Bananière : cas de la sous-préfecture de Daoukro (Centre-Est de la Côte d'Ivoire)</i>	542
<b>KI Léonce</b> <i>Les biens culturels burkinabè sur les listes de l'UNESCO</i>	560
<b>YAO KOUADIO DONALD</b> <i>Les danses traditionnelles en pays Baoulé : cas de la sous-préfecture de Sakassou (centre de la Côte d'Ivoire)</i>	574

**MANIFESTATIONS DE LA VARIABILITE HYDRO-CLIMATIQUE DANS LES  
COMMUNES DE DJIDJA, D'AGBANGNIZOUN ET D'ABOMEY (BENIN,  
AFRIQUE DE L'OUEST)**

**LANTONKPODE Aristide**, Doctorant, Ecole Doctorale Pluridisciplinaire de la  
FLASH de l'Université d'Abomey-Calavi (Bénin)  
**Email** : aristidelant2010@yahoo.fr

**BONI Gratien**, Maître de Conférences du CAMES,  
Centre Interfacultaire de Formation et de Recherche en Environnement pour le  
Développement durable (CIFRED) de l'Université d'Abomey-Calavi au Bénin  
**Email** : bonigras@yahoo.fr

**WARI ABOUBAKAR Moussa**, Maître-Assistant du CAMES,  
Université Catholique de l'Afrique de l'Ouest, Bénin  
**Email** : warimoussa@yahoo.fr

**DJESSONOU Sèngla Franco-Néo Camus**, Assistant,  
Laboratoire Pierre PAGNEY : Climat, Eau, Ecosystème et Développement  
(LACEEDE) de l'Université d'Abomey-Calavi au Bénin  
**Email** : francodjessonou@gmail.com

*(Reçu le 12 août 2025; Révisé le 31 août 2025 ; Accepté le 25 septembre 2025)*

**Résumé**

Les conditions hydro-climatiques ont une influence considérable sur l'environnement de vie et la santé. Les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun sont sujettes à une variabilité hydroclimatique de plus en plus marquée. La présente recherche étudie les manifestations de la variabilité hydro-climatique dans les Communes de Djidja, d'Agbangnizoun et d'Abomey. La démarche méthodologique utilisée a combiné la recherche quantitative et qualitative. Les données climatologiques et socio-anthropologiques ont été analysées au moyen d'outils statistiques appropriés (indice et ratio). En outre, les investigations documentaires et socio-anthropologiques ont été réalisées avec un échantillon de 369 personnes. Le traitement des données a été réalisé à l'aide des logiciels SPSS 17.0 et QGIS 3.10. Les résultats montrent que les indices pluviométriques sont compris entre - 2,19 et 2,17 sur la période 1981-2022. Les températures minimales et maximales annuelles durant la période de 1981 à 2022 ont connu une tendance générale à la hausse de 0,5°C. La séquence de sécheresse qui domine la période d'étude est la sécheresse de type légèrement sèche avec une fréquence de 38,09 %. La sécheresse de type extrêmement sèche est de 16,66 %. Le débit moyen mensuel, observé sur toute la série, varie 15,02 m<sup>3</sup>/s à 113,34m<sup>3</sup>/s. Les inondations fluviales fréquentes sont causées par les crues dont les débits de pointe se situent entre 450 et 632 m<sup>3</sup>/s avec

les périodes de retour se situant entre 2 et 5 ans. Le degré d'inondation est fort dans la Commune de Djidja, moyen à Agbangnizoun et faible à Abomey.

**Mots clés :** Djidja, Agbangnizoun et Abomey, variabilité hydro-climatique, manifestations

## MANIFESTATIONS OF HYDRO-CLIMATIC VARIABILITY IN THE COMMUNES OF DJIDJA, AGBANGNIZOUN AND ABOMEY (BENIN, WEST AFRICA)

### Abstract

Hydroclimatic conditions have a significant impact on the living environment and health. The municipalities of Djidja, Abomey, and Agbangnizoun are subject to increasingly pronounced hydroclimatic variability. This research examines the manifestations of hydroclimatic variability in the municipalities of Djidja, Agbangnizoun, and Abomey. The methodological approach used combined quantitative and qualitative research. Climatological and socio-anthropological data were analyzed using appropriate statistical tools (index and ratio). In addition, documentary and socio-anthropological investigations were conducted with a sample of 369 individuals. Data processing was carried out using SPSS 17.0 and QGIS 10.3 software. The results show that rainfall indices ranged from -2.19 to 2.17 over the period 1981–2022. Annual minimum and maximum temperatures during the period 1981 to 2022 showed a general upward trend of 0.5°C. The drought sequence dominating the study period is the slightly dry drought, with a frequency of 38.09%. The extremely dry drought is 16.66%. The average monthly discharge observed over the entire series ranges from 15.02 m<sup>3</sup>/s to 113.34 m<sup>3</sup>/s. Frequent river flooding is caused by floods with peak discharges between 450 and 632 m<sup>3</sup>/s, with return periods between 2 and 5 years. The degree of flooding is high in the municipality of Djidja, medium in Agbangnizoun, and low in Abomey.

**Keywords:** Djidja, Agbangnizoun, and Abomey, hydroclimatic variability, events

### Introduction

Le monde connaît une perturbation des principaux paramètres climatiques qui se traduit notamment par un réchauffement global de la planète terre, donnant naissance à plusieurs phénomènes hydrométéorologiques extrêmes dont les inondations (GIEC, 2018, p. 7). Les évolutions pluies et températures ont connu d'importants changements entre 1961 et 2016, sur l'ensemble du territoire ivoirien. Ces changements, qui s'étendent sur quatre décennies (les décennies 70, 80, 90 et 2000), se traduisent par une chute de la pluviométrie et une hausse de la température. Le bouleversement opéré est marqué par trois ruptures qui se situent autour des années 1970, 1980 et 2000. Ce changement s'est donc traduit par une baisse générale des précipitations et une élévation des températures extrêmes à partir de l'année 1970 sur l'ensemble des zones climatiques (J. M. Kouao et *al.*, 2024, p. 233).

La variabilité des paramètres hydro-climatiques impactent les écoulements de surface et les recharges souterraines et par conséquent, la disponibilité des ressources en eau de surface. Les prévisions sont toutes unanimes sur l'aggravation des événements extrêmes au cours des décennies à venir. (A. S. Anoukoum et *al.*, 2025, p. 260). Dans le domaine intertropical, les irrégularités interannuelles des précipitations influencent fortement le calendrier sanitaire et une réduction du rendement des méthodes de gestion des risques de santé (S. B. Dansou et L. Odoulami, 2015, p.130). Le Bénin, pays d'Afrique de l'Ouest, est particulièrement exposé à ces aléas climatiques et météorologiques : pluies violentes et tardives, inondations, poches de sécheresse, chaleur excessive ont un impact sur la santé (MS, 2025, p. 12). Les forts événements climatiques extrêmes notés actuellement sont en partie l'une des conséquences des changements des états du couvert végétal et de la qualité des eaux dans nos bassins versants. Les régimes fluviaux enregistrent des variations interannuelles très sensibles avec pour corollaire les inondations et l'assèchement des lits (E. Amoussou et *al.*, 2015, p. 4). Aujourd'hui, la qualité de l'environnement urbain laisse à désirer à travers l'existence des déchets liquides, des ordures ménagères et de la pollution des eaux et de l'air. Ces problèmes urbains ont tendance à prendre de l'ampleur avec les effets de la variabilité hydro-climatique dont les conséquences actuelles et futures inquiètent un grand nombre d'acteurs politiques et institutionnels. Les conséquences s'apprécient sur les cycles de l'eau à travers les longues périodes de sécheresse ou d'excès d'eau (H. Koumassi, 2014, p.11). La forte concentration des populations et l'occupation des zones inondables impropres à l'habitation ne favorisent le bon fonctionnement des ouvrages d'assainissement et d'évacuation des eaux de pluie (N. P. M. Boko et *al.*, 2021, p. 62). La zone sanitaire Djidja, Abomey et Agbangnizoun est sujette à une variabilité pluviométrique de plus en plus marquée. Il se révèle la survenance des années excédentaires extrêmes.

## **1. Matériels et méthodes**

L'approche méthodologique adoptée dans le cadre de cette recherche s'articule autour de la collecte, du traitement des données et de l'interprétation des résultats.

### **1.1. Données utilisées**

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

- des données socio-anthropologiques qui ont permis d'appréhender les perceptions de la population sur la variabilité hydro-climatique ;
- le débit de la rivière Zou à la hauteur d'Atchéribé a été utilisé entre la période de 1981 à 2022. Ces données hydrologiques proviennent du Service de l'Hydrologie de la Direction Générale de l'Eau (SH/DG-Eau) ;
- Les données climatologiques (hauteurs de pluies, températures) collectées à Météo-Bénin sont issues de la station de Bohicon sur la période de 1981 à 2022. Elles sont

utilisées pour analyser les indicateurs de la variabilité hydro-climatique. Les investigations socio-anthropologiques ont porté sur les perceptions des populations de la zone de l'étude sur les manifestations de la variabilité hydro-climatique. Ces données sont collectées grâce aux enquêtes de terrain organisées par l'intermédiaire d'entretiens individuels ou de focus groups à l'aide d'un questionnaire établi au préalable. Plusieurs techniques et outils ont été utilisés en milieu réel pour cette recherche dans les Communes de Djidja, Agbangnizoun et Abomey. Les techniques utilisées pour cette recherche sont notamment le diagnostic rapide ou le Rapide Rural Appraisal (RRA), la Méthode Active de Recherche Participative (MARF), des interviews directes sur la base de questionnaire, de l'observation directe sur le terrain, des diagnostics participatifs comme le focus group. L'échantillonnage est fait sur la base des critères préalablement définis. Les personnes interrogées ont été choisies sur la base des critères suivants :

- être âgé de 30 ans au moins puisqu'à cet âge, les personnes enquêtées sont censées restituer ou décrire les tendances climatiques ;
- avoir résidé dans l'une des trois Communes durant ces 30 dernières années afin de mieux narrer les vécus socio-économiques de la population ;

La taille de l'échantillon a été déterminée par la formule de D. SCHWARTZ (1995, p. 17) :  $n = Z\alpha^2 \times pq/i^2$

$n = 1,96$  : écart réduit correspondant à un risque  $\alpha$  de 5 % ;

$p = n/N$  avec  $p$  = proportion des ménages des quinze arrondissements retenus exposés aux maladies gastro-intestinales par rapport au ménage total des 3 Communes.

Ainsi,  $p = n/N = 38126/61134 = 0,6$  soit 60 % ;

Une enquête exploratoire dans le milieu de recherche a permis de déterminer la valeur de  $p = 60$  %

$i$  = précision désirée égale à 5 % ;

$q = 1-p$

= 0,4 soit 40 %.

Alors  $n = (3,84) \times 0,6 (1-0,6) / 0,0025$

= 368,64 soit 369 ménages.

**n = 369 ménages** Seul le chef de ménage est considéré dans un ménage.

## 1.2. Traitement des données et analyse des résultats

Les résultats d'enquête ont été quantifiés sur la base du score réel de chaque rubrique du questionnaire à partir du nombre total des personnes interrogées. Ainsi, la perception de la population sur la variabilité hydro-climatique a été déterminée à partir des déclarations des personnes enquêtées. Le nombre de réponses par type de question a été exprimé par le protocole statistique  $P : P = n/N \times 100$  avec,  $n$  : le

nombre de ménages ayant donné de réponses positives et N : la taille de l'échantillon à l'échelle départementale. La méthode d'analyse adoptée dans le cadre de la présente étude est analytique et descriptive. Les fiches d'enquête et les guides d'entretien ont été dépouillés (codification ; dénombrement) avec le logiciel SPSS version 21.0 pour la détermination des statistiques descriptives en termes de pourcentage et de moyenne. La réalisation des graphiques, des cartes et le calcul de certaines valeurs statistiques avec des tests paramétriques sont respectivement faits au moyen des logiciels tels que : Excel 2016 et QGIS 3.10. Le Test de Mann-Kendall qui est un test non paramétrique a permis de mesurer le degré de signification de la tendance et les ruptures de stationnarité dans les séries pluviométriques avec un seuil de 95 %. L'Indice d'Anomalies Standardisées (Standardized Precipitation Index) utilisé pour cette recherche correspond à la transformation de la série temporelle des précipitations en une distribution normale standardisée de moyenne nulle et d'écart-type unitaire, également appelée z-distribution, distribution normale ou distribution gaussienne. Les indices d'anomalies standardisées sont calculés en utilisant la formule :

$$IAS = \frac{Xi - \bar{X}}{\sigma(X)}$$
 où  $Xi$  représente le cumul moyen annuel des hauteurs de pluie pour l'année  $i$  ;  $\bar{X}$  et  $\sigma(X)$ , représentent respectivement, la moyenne et l'écart type de la série considérée. Dans ce travail, les indices négatifs ont été déterminés par rapport à l'indice pluviométrique de Lamb. Selon cet indice, une année est considérée comme normale si son indice est compris entre -0,1 et +0,1. Elle est dite humide si son indice est supérieur à 0,1 et sèche, lorsque son indice est inférieur à -0,1. Les tendances calculées ont servi à confirmer les tendances séquentielles (à la hausse ou à la baisse) mises en évidence par les moyennes mobiles et les ruptures, à caractériser les années humides ou sèches. De plus, une sécheresse sévit lorsque l'indice est consécutivement négatif et que sa valeur atteint une intensité de -1 ou moins et se termine lorsque l'indice devient positif. Il est effectué une classification de la sécheresse suivant les valeurs de l'indice (tableau 1).

**Tableau 1 : Détermination des valeurs de l'indice**

Valeur de l'indice	Séquence de sécheresse
-0,99 à 0,99	Proche de la normale
-1,00 à -1,49	Modérément sèche
-1,50 à -1,99	Sévèrement sèche
-2,00 et moins	Extrêmement sèche
$2 < IAS$	Humidité extrême
$1,5 < IAS < 1,99$	Humidité sévère
$1 < IAS < 1,49$	Humidité modérée

Source : M. Lanokou (2016)

La fréquence des années pluviométriques extrêmes (FAPE) excédentaires ou déficitaires, a été calculée suivant le protocole ci-après :  $FAPE = (NAPE / NTA)$  avec NAPE qui est le Nombre d'Années Pluviométriques Extrêmes et NTA, le Nombre

Total d'Années étudiées. Elle a permis de mettre en évidence la cohérence ou non entre les faits mis en exergue par les exploitants et les données statistiques.

Les tendances d'évolution des températures maximales et minimales ont été mises en évidence par une droite de régression de type utilisée par E. ATIYE (2017, p. 34) :  $y = ax + b$  ; où  $y$  est la valeur de la variable dont la tendance est recherchée ;  $a$  est obtenue par le calcul de la pente, coefficient directeur de régression dont les signes positif (+) ou négatif (-) expriment respectivement l'évolution croissante et décroissante dans le temps  $x$  et  $b$ , une constante telles que :

$$a = \frac{(\Sigma y)(\Sigma x^2) - (\Sigma x)(\Sigma xy)}{N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2} ; b = \frac{N(\Sigma yx) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$$

Le test de Kendall (1975) a permis de déterminer une tendance unique ou générale au sein de la période afin de pallier les problèmes de significativité des corrélations entre les variables considérées. Ainsi, il est basé sur la statistique de corrélation de rang  $t$  de Kendall pour montrer le degré de signification de la tendance. La tendance des températures est déterminée de façon significative au seuil de 5 % au pas de temps annuel.

L'indice standardisé de précipitation et d'évapotranspiration (SPEI) prend en compte à la fois les précipitations et l'ETP (qui inclut la température) pour analyser les processus de sécheresse. Le SPEI permet d'analyser le processus de sécheresse sous-jacent (M. Zouré, 2021, p. 25). Il est suggéré une distribution logistique à trois paramètres pour le calcul des valeurs du SPEI. La distribution la mieux ajustée de la série de bilans hydriques climatiques (BHC) standardisés à toutes les échelles de temps est sélectionnée en utilisant le test des critères de Kolmogorov-Smirnov. Basée sur la distribution log-logistique à trois paramètres, la formule de probabilité distributive de la série de la BHC est exprimée comme suit :

$$F(x) = \left[ 1 + \left( \frac{\alpha}{x + \gamma} \right)^\beta \right]^{-1}$$

Où  $\alpha$  est le paramètre de forme,  $\beta$  est le paramètre d'échelle et  $\gamma$  est le paramètre d'origine. Le SPEI peut être obtenu sous la forme des valeurs normalisées de  $F(x)$  comme suit :

$$SPEI = W - \frac{C_0 + C_1W + C_2W^2}{1 + d_1W + d_2W^2 + d_3W^3}$$

Où

$$W = \sqrt{-2 \ln(F(x))} \quad \text{pour } F(x) < 0,5$$

$$W = \sqrt{-2 \ln(1 - F(x))} \quad \text{pour } F(x) > 0,5$$

Les paramètres  $C_0$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$  sont des constantes avec  $C_0 = 2,51551$ ,  $C_1 = 0,80285$ ,

$C_2 = 0,01033$ ,  $d_1 = 1,43279$ ,  $d_2 = 0,18927$  et  $d_3 = 0,00131$ . Les valeurs positives de SPEI indiquent les conditions d'humidité supérieures à la moyenne, tandis que les valeurs négatives indiquent les conditions de sécheresse. Un événement de sécheresse est

défini lorsque la valeur de SPEI est inférieure ou égale à (-1) au cours d'une certaine période. Les catégories de sécheresse en fonction des valeurs de SPEI sont présentées dans le tableau 2.

**Tableau 2: Classification du degré de sécheresse et d'humidité en fonction des indices standardisés de précipitations et d'évapotranspiration**

Séquences de sécheresses	Valeurs de SPEI	Séquences d'humidités	Valeurs de SPEI
Légèrement sèche	$-0,99 < \text{SPEI} \leq 0,00$	Légèrement humide	$0,00 \leq \text{SPEI} < 0,99$
Modérément sèche	$-1,49 < \text{SPEI} \leq -1,00$	Modérément humide	$1,0 \leq \text{SPEI} < 1,49$
Sévèrement sèche	$-1,99 < \text{SPEI} \leq -1,50$	Sévèrement humide	$1,50 \leq \text{SPEI} < 1,99$
Extrêmement sèche	$\text{SPEI} < -2$	Extrêmement humide	$\text{SPEI} > 2$

Source : M. Zouré (2021)

Les risques d'inondation ont été développés dans le monde avec de nombreuses méthodes, allant des plus complexes avec des modèles à des méthodes de pondération entre différents critères affectant le risque. Dans la présente recherche, la méthode d'étude du risque d'inondation utilisée consiste à analyser d'une part, l'aléa par l'analyse fréquentielle des pluies maximales et des débits maximaux et d'autre part, la méthode de cartographies à index. C'est une méthode qui est basée sur la combinaison de cartes de divers paramètres (carte pédologique, carte du réseau hydrographique, carte du relief, carte d'occupation du sol) d'une région (critères de risque), en donnant un index numérique ou une valeur à chaque paramètre. La combinaison des cartes se fait au moyen de logiciels de traitement multicritères (SIG). La cartographie est obtenue par la même méthode que celle des risques à l'inondation :

#### **VULNERABILITE=Risque+Adaptation**

Les résultats ont permis de pondérer la vulnérabilité à l'inondation en vulnérabilité faible (poids = 1-10), en vulnérabilité moyenne (poids = 10-20) et en vulnérabilité forte (poids = 20-30). Le tableau 3 présente la grille de vulnérabilité physique à l'inondation.

**Tableau 3: Grille de vulnérabilité physique à l'inondation**

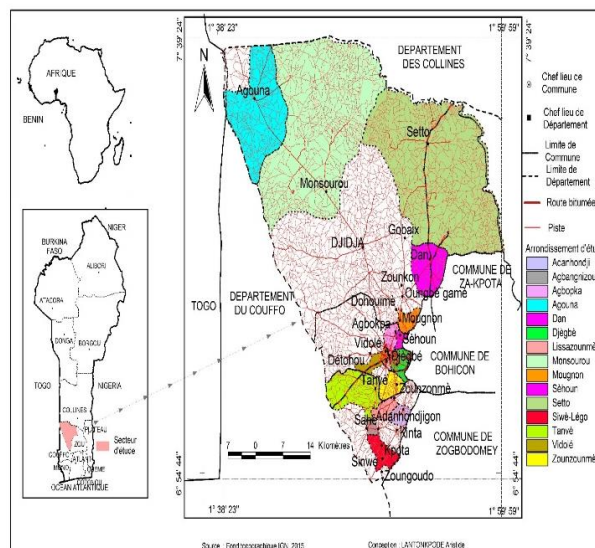
Niveau de vulnérabilité	Critères
Fort	Présence d'un cours d'eau, plaine inondable et de forte dépression (pente < 5 %) et sol hydromorphe et imperméabilité réduite avec des maisons
Moyen	Présence d'un cours d'eau, zone de dépression près de la plaine inondable et sol hydromorphe avec zone d'altitude et pente moyenne
Faible	Absence de cours d'eau important, zone très peu dépressionnaire, parfois les plateaux avec des pentes et altitudes moyennement élevées.

Source : M. V. Bessan et al. (2024)

L'examen du tableau 3 montre que les trois niveaux de vulnérabilité sont : fort, moyen et faible. Le niveau fort prend en compte la présence d'un cours d'eau, plaine inondable et de forte dépression (pente < 5 %) et sol hydromorphe et imperméabilité réduite avec des maisons. Le niveau moyen regroupe la présence d'un cours d'eau, zone de dépression près de la plaine inondable et sol hydromorphe avec zone d'altitude et pente moyenne. Le niveau fait est issu de l'absence de cours d'eau important, zone très peu dépressionnaire, parfois les plateaux avec des pentes et altitudes moyennement élevées.

Le secteur d'étude est une partie du département du Zou et regroupe les Communes de Djidja, Agbangnizoun et Abomey. La figure 1 présente la situation géographique des Communes de Djidja, Agbangnizoun et Abomey.

**Carte 1: Situation géographique et administrative du milieu de recherche**



La carte 1 montre que le milieu de recherche est situé entre 6°54' et 7°39' de latitude Nord et entre 1°38' et 1°59' de longitude Est. Il est situé au Nord par le département des Collines, au Sud par la Commune de Zogbodomey, à l'Est par les Communes de Za-Kpota et d'Abomey et à l'Ouest par le département des Collines. Ces trois Communes font partie du département du Zou. Elles constituent avec d'autres communes du département (Bohicon, Covè, Ouinhi, Zagnanado, Za-kpota et Zogbodomey), la zone sanitaire Djidja-Abomey-Agbangnizoun.

## 2. Résultats

Plusieurs facteurs justifient les modifications hydro-climatiques. Les hauteurs de pluies, la température, la vitesse de vent et l'humidité relative sont les paramètres climatiques abordés dans cette recherche.

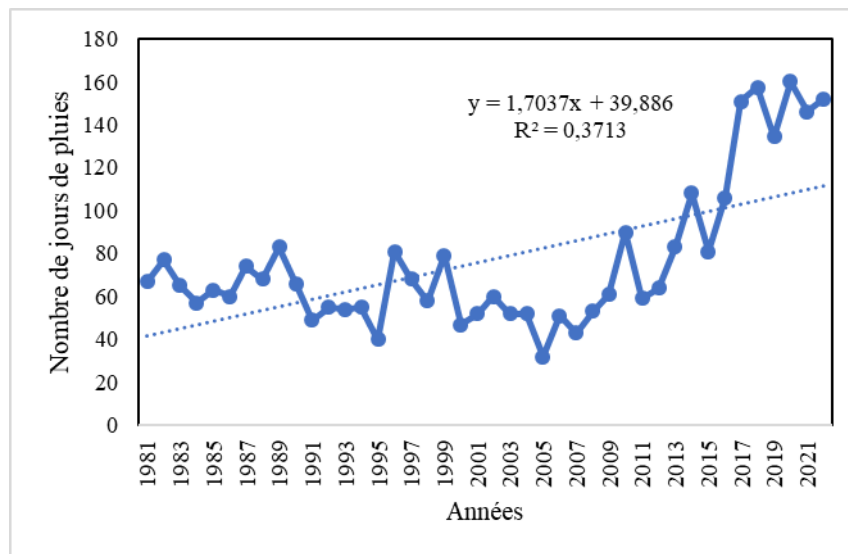
## 2.1. Evolution des précipitations dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun

Cette rubrique regroupe l'évolution des jours de pluies et les indices pluviométriques entre 1981 et 2022.

### 2.1.1. Dynamique interannuelle des jours de pluies

La figure 2 présente la variation annuelle du nombre de jours de pluie dans le secteur de recherche entre 1981 et 2022.

**Figure 2 : Evolution annuelle du nombre de jours de pluie dans le secteur de recherche entre 1981 et 2022**



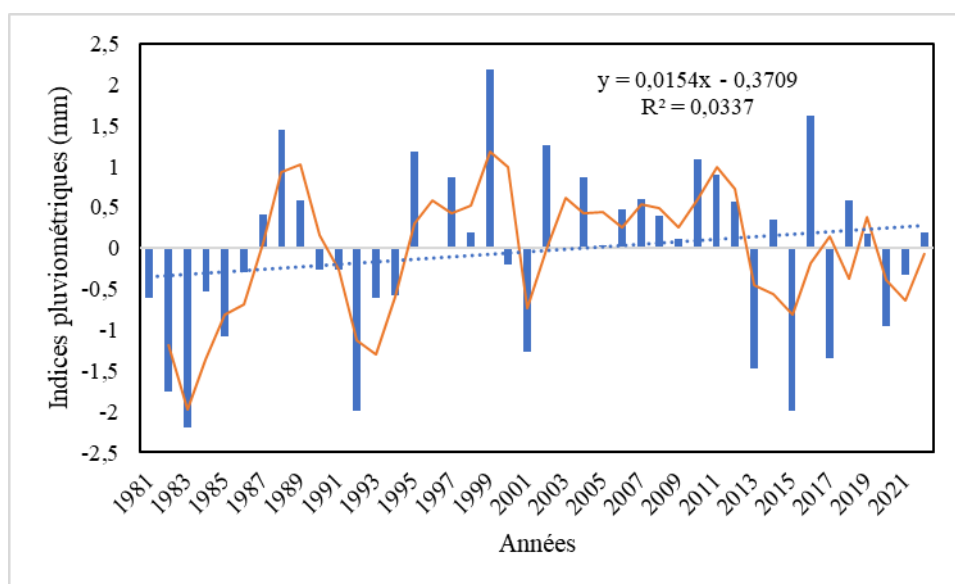
Source : Traitement des données de Météo-Bénin, juillet 2023

L'examen de la figure 2 montre que le nombre de jours de pluie varie de 32 à 160 avec une moyenne de 96 jours de pluie dans le secteur de recherche. Les saisons pluvieuses présentent un caractère mixte d'évènements extrêmes pluviométriques dans les années 1990. Le secteur de recherche est considéré comme les zones les plus vulnérables aux effets des risques hydro-climatiques dans le département du Zou.

### 2.1.2. Indice pluviométrique

La figure 3 présente les indices pluviométriques calculés sur la période 1981-2022.

**Figure 3 : Indices pluviométriques entre 1981 et 2022**



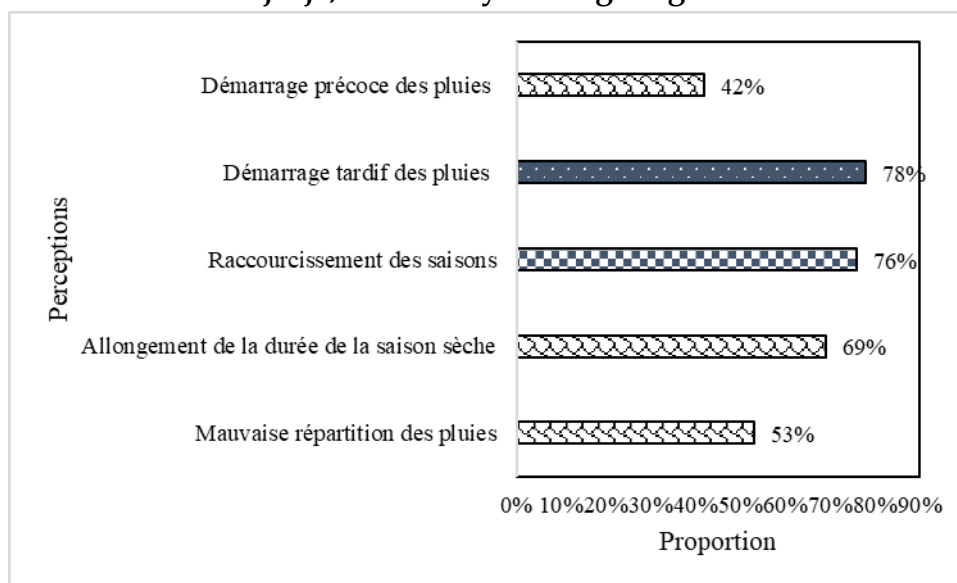
Source : Traitement des données de Météo-Bénin, juillet 2023

L'analyse de la figure 3 montre que les indices sont compris entre -2,19 et 2,17 sur la série d'étude (1981-2022). Les années déficitaires sont plus observées durant la sous période 1981-1998. La deuxième sous période a débuté par le signal en hauteur pluviométrique en 1999. Sur la période 1999-2022, les indices sont compris entre -1,98 et 2,17. La période est marquée par une évolution anormale des anomalies positives et négatives. La série regorge 52,38 % des années sont humides et 47,62 % des années sont sèches. Cette alternance d'années déficitaires et pluvieuses occasionne des risques d'inondation et a des répercussions sur la santé des populations des Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun.

### 2.1.3. Perceptions des populations de la manifestation de la variabilité pluviométrique sur la période 1981-2022

Le secteur de recherche jouit d'un climat subéquatorial caractérisé par deux saisons de pluie alternées de deux saisons sèches à durées inégales. Les populations ont une perception de la manifestation de la variabilité pluviométrique (figure 4).

**Figure 4: Perception des populations de la variabilité pluviométrique dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun**



Source : Résultats des enquêtes de terrain, juillet 2023

Il ressort de la figure 4 que les populations du secteur de recherche perçoivent la variabilité pluviométrique par le démarrage tardif des pluies (78 % des personnes retenues pour l'enquête), le raccourcissement des saisons (70 %), l'allongement de la durée de la saison sèche (69 %), la mauvaise répartition des pluies (53 %) et le démarrage précoce des pluies (42%). Les populations constatent un changement significatif dans le calendrier des pluies. La grande saison des pluies démarre plus tardivement qu'auparavant (souvent en avril ou mai au lieu de mars) et se termine plus tôt. Cela perturbe gravement les activités des populations. Ces populations rapportent une mauvaise répartition des pluies au cours de la saison, avec des "ruptures de pluie" (séquences sèches) de plus en plus fréquentes et de plus longue durée.

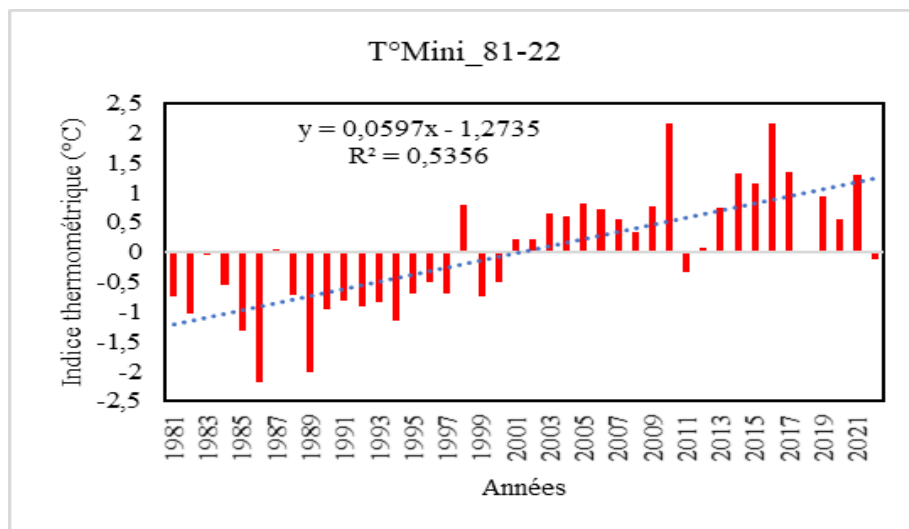
## 2.2. Evolution des aspects thermométriques

Les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun sont caractérisées par des températures minimales et maximales plus ou moins chaudes tout au long de l'année.

### 2.2.1. Evolution des températures minimales de 1981 à 2022

La figure 5 présente l'évolution des températures minimales entre 1981 et 2022 dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun.

**Figure 5: Evolution interannuelle des températures minimales entre 1981 et 2022 dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun**



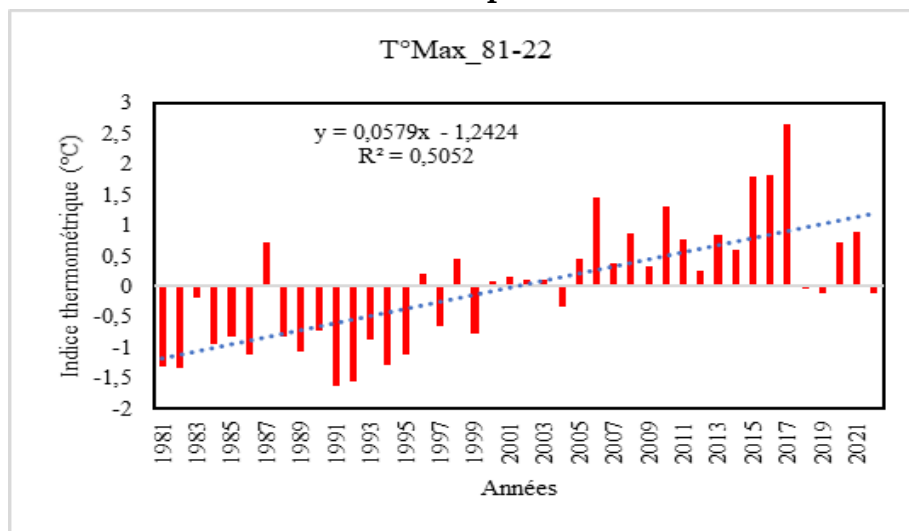
Source : Traitement des données de Météo-Bénin, juillet 2023

L'examen de la figure 5 montre que les températures minimales annuelles durant la période de 1981 à 2022 ont connu une tendance générale à la hausse. Les équations de droite de tendance ont une pente positive et justifient plus ou moins une tendance à la hausse de température minimale de 1981 à 2022. Le coefficient de détermination est très élevé ( $R^2 = 0,5356$ ). La tendance représentant les températures minimales révèle deux différentes périodes, la première allant de 1981 à 2000 et la deuxième allant de 2001 à 2022. Toutefois, il s'observe une forte fluctuation inter-annuelle des températures depuis les années 1998. Cette situation occasionne de fortes amplitudes thermiques diurnes et annuelles avec de très fortes valeurs d'évapotranspiration potentielles pendant les périodes chaudes. Les populations du secteur de recherche décrivent l'augmentation de la température comme une chaleur accablante.

### 2.2.2. Evolution des températures maximales de 1981 à 2022

La figure 6 présente l'évolution des températures maximales entre 1981 et 2022 dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun.

**Figure 6: Evolution interannuelle des températures maximales entre 1981 et 2022**



Source : Traitement des données de Météo-Bénin, juillet 2023

Il ressort de la figure 6 que les températures maximales ont connus une augmentation sur la période de 1981 à 2022. Les équations de droite de tendance ont une pente positive et justifient plus ou moins une tendance à la hausse de température maximale de 1981 à 2022. Les températures maximales ont une évolution exponentielle. Ces deux périodes se présentent comme la plus chaude avec une allure croissante sur la période. Ainsi, les températures maximales ont accru ces dernières années de façon générale. Le test de Kendall (1975) a permis de déterminer une tendance unique ou générale au sein de la période. La tendance à la hausse des températures est significative au seuil de 5 % sur la station de Bohicon au pas de temps annuel (tableau 4).

**Tableau 4: Récapitulatif des tendances avec le test de Kendall**

Températures	$\alpha_1$	$\alpha_0$	Observation
Températures minimales	0,00002761	0,05	La tendance à la hausse est significative
Températures maximales	0,001	0,05	La tendance à la hausse est significative

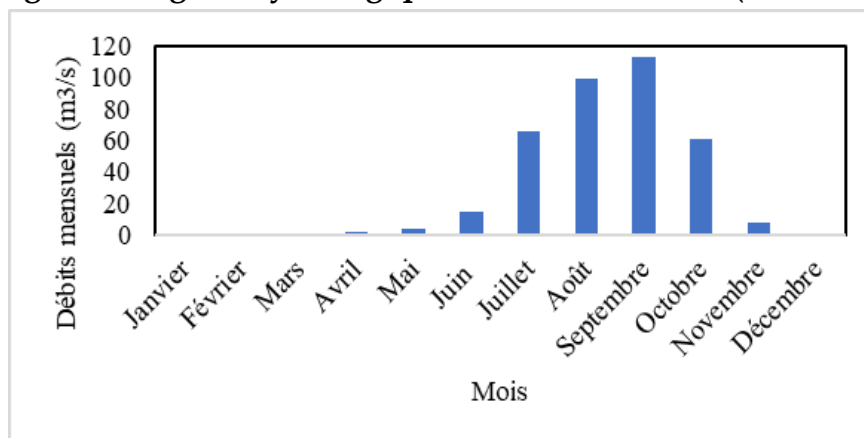
Source des données : Météo-Bénin, 2023

Il ressort des données du tableau 4 que la valeur de  $\alpha_1$  (0,0001) est très inférieure à la valeur  $\alpha_0 = 0,05$ . Ce qui signifie que la tendance thermométrique est à la hausse et significative dans le secteur de recherche. Ce réchauffement climatique influence la santé des populations. L'augmentation des températures due au fort rayonnement solaire déploré par les populations locales se traduit par une chaleur de plus en plus accablante dans les habitations.

### 2.3. Régime hydrologique dans le secteur de recherche

Le réseau hydrographique influence le régime hydrologique. La figure 7 présente le régime hydrologique du secteur d'étude entre 1981 et 2022.

**Figure 7: Régime hydrologique du secteur d'étude (1981-2022)**



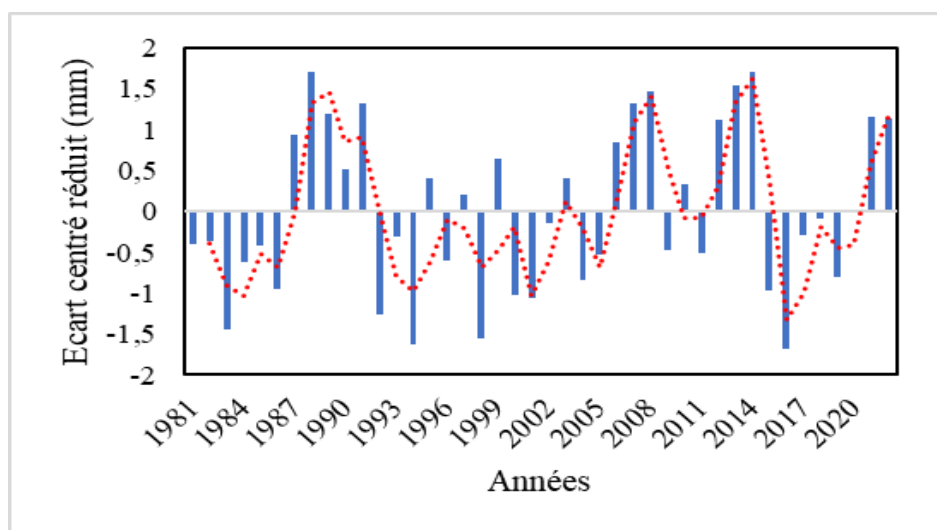
Source: Traitement des données de Météo-Bénin, juillet 2023

L'examen de la figure 7 montre que la montée s'observe au début du mois d'août. Le débit moyen mensuel observé sur toute la série varie 15,02 m<sup>3</sup>/s à 113,34m<sup>3</sup>/s. Le régime hydrologique est uni modal. Les mois de septembre et octobre recouvrent donc les périodes souvent favorables pour des risques d'inondation. Les mois de décembre à mai traduisent les périodes d'étiage et sont susceptibles d'induire un risque écologique. Le bilan hydrologique du secteur de recherche est déficitaire au cours des mois de novembre, décembre, janvier et février correspondant à la période de grande sécheresse. En effet, à la décrue, les réserves d'eau d'origine hydrologique contenues dans les sols hydromorphes à forte capacité de rétention d'eau, sont utilisées surtout par les populations surtout rurales pour leurs besoins quotidiens.

#### 2.4. Variabilité des écoulements de surface dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun entre 1981-2022

L'écoulement sur la période 1981-2022 a permis d'analyser l'évolution interannuelle de l'écoulement afin d'apprécier l'évolution des lames d'eau écoulée dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun de 1981 à 2022. La figure 8 présente l'évolution interannuelle de l'écoulement dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun de 1981 à 2022.

**Figure 8: Evolution interannuelle de l'écoulement dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun de 1981 à 2022**



Source Traitement des données de Météo-Bénin, juillet 2023

L'examen de la figure 8 montre une très grande variabilité de l'écoulement dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun de 1981 à 2022. Les écoulements apparaissent probablement après l'intensification des pluies. L'écoulement est important au cours de la décennie 1980. Il connaît une réduction pendant la phase de récession pluviométrique (1991-2005) et une hausse pendant la phase de reprise pluviométrique (décennie 2006-2022) dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun. Le secteur de recherche est caractérisé par des écoulements déficitaires au cours des années 1981, 1982, 1983, 1984, 1994, 1998 et 2016 et d'importants écoulements au cours des années 1988, 1991, 2007, 2013 et 2014. L'écoulement minimal est important au cours de la décennie 1981 à 1990, qui est considérée comme la période de reprise pluviométrique. Selon les résultats issus des travaux de terrain, 73 % des enquêtés utilisent l'eau de puits, 24% eau de pompe et 3% eau de rivières pendant la période sécheresse dans les campagnes. La prise de l'eau non potable est élevée au cours de cette période.

## 2.5. Typologies des risques hydro-climatiques dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun

La présente recherche s'est appesantie sur quelques risques hydro-climatiques majeurs à savoir : l'inondation et les poches de sécheresse.

### 2.5.1. Risques d'inondation dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun

Le secteur de recherche connaît des inondations exceptionnelles, suite aux pluies diluviennes. Cette inondation est due au ruissellement des eaux de pluie en zone fortement imperméabilisée. L'indice d'anomalies standardisées a permis d'identifier les années de risque d'inondation pluviale dans les Communes de Djidja, d'Abomey

et d'Agbangnizoun. Le tableau 5 présente les années de risque d'inondation dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun.

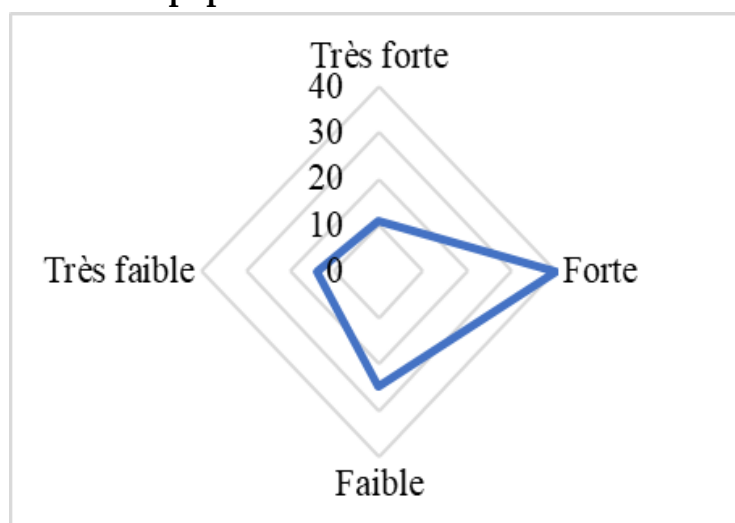
**Tableau 5: Classe de sévérité d'inondation pluviale selon SPI dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun**

Séquences d'humidité	Années
Normale	1981, 1984, 1985, 1986, 1987, 1989, 1990, 1991, 1993, 1994, 1996, 1997, 1998, 2000, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2014, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021
Sévèrement humides	1999
Modérément humides	1988, 1995, 2002 et 2010

Source : Météo-Bénin, 2023

L'analyse du tableau 5 montre que 5 % des années de la série d'étude sont sévèrement humides, 12,5 % des années sont modérément humides. En effet, les années sévèrement humides sont 1999 et les années modérément humides sont, 1988, 1995, 2002 et 2010. Les manifestations des inondations varient en fonction des zones. La figure 9 présente la probabilité de survenance des inondations selon les populations dans le secteur de recherche.

**Figure 9: Probabilité de survenance des inondations d'origine pluviale selon les populations dans le secteur de recherche**

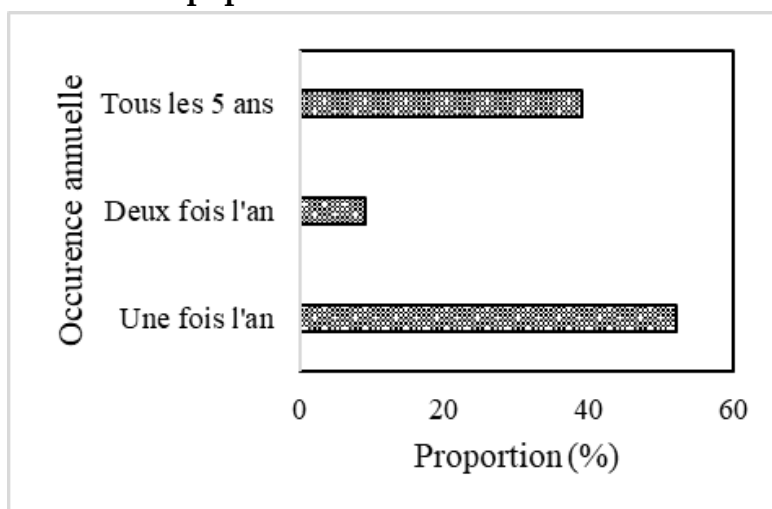


Source : résultats des enquêtes de terrain, juillet 2023

L'examen de la figure 9 montre que 40 % des personnes retenues pour l'enquête certifient une forte probabilité de survenance des inondations d'origine pluviale, 25 % de faible probabilité de survenance, 14 % de très faible probabilité de survenance des inondations d'origine pluviale et 11 % très forte probabilité dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun.

La figure 10 présente l'occurrence annuelle des inondations d'origine pluviale selon les populations dans le secteur de recherche.

**Figure 10: Occurrence annuelle des inondations d'origine pluviale selon les populations dans le secteur de recherche**



Source : résultats des enquêtes de terrain, juillet 2023

Il ressort de la figure 10 que 52 % des personnes interrogées constatent l'apparition des inondations d'origine pluviale une fois par an, 9 % deux fois par an et 39 % tous les cinq ans. En effet, au début de la grande saison des pluies, les eaux des toutes premières pluies s'infiltrent très rapidement et favorisent la remontée de la nappe phréatique. Les risques d'inondation d'origine fluviale sont dus aux crues des affluents de la rivière Zou. En effet, les villages inondables du secteur de recherche subissent fortement les effets de la crue de la rivière du Zou dont l'action aggrave des inondations dans les villages riverains. Ainsi, la crue entraîne une inondation périodique des villages environnants. Selon 73 % des personnes retenues pour l'enquête, les inondations s'observent dans les zones proches des cours et plans d'eau. L'ampleur de l'inondation dépend en grande partie du relief. 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-climatologique 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 6 présente les résultats des tests statistiques d'indépendance, de stationnarité et d'homogénéité appliqués aux débits maximaux dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun.

**Tableau 6: Résultats des tests statistiques appliqués aux débits maximaux**

	Test d'indépendance		Test stationnarité		Test homogénéité	
	<i>U</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>P</i>	<i>W</i>	<i>P</i>
<b>Zou</b>	0.845	0.358	0.427	0.6855	0.362	0.737

Source : Traitement des données, juillet 2023

Il ressort du tableau 6 que l'ensemble des débits de pointe sur le fleuve obéit aux exigences à un niveau de signification de 5 %. Ceci permet de poursuivre la démarche de construction du modèle par l'analyse fréquentielle. A partir de

l'équation de la droite de GEV, les quantiles des débits maximaux ont été calculés pour différentes périodes de retour et leurs intervalles de confiance (tableau 7).

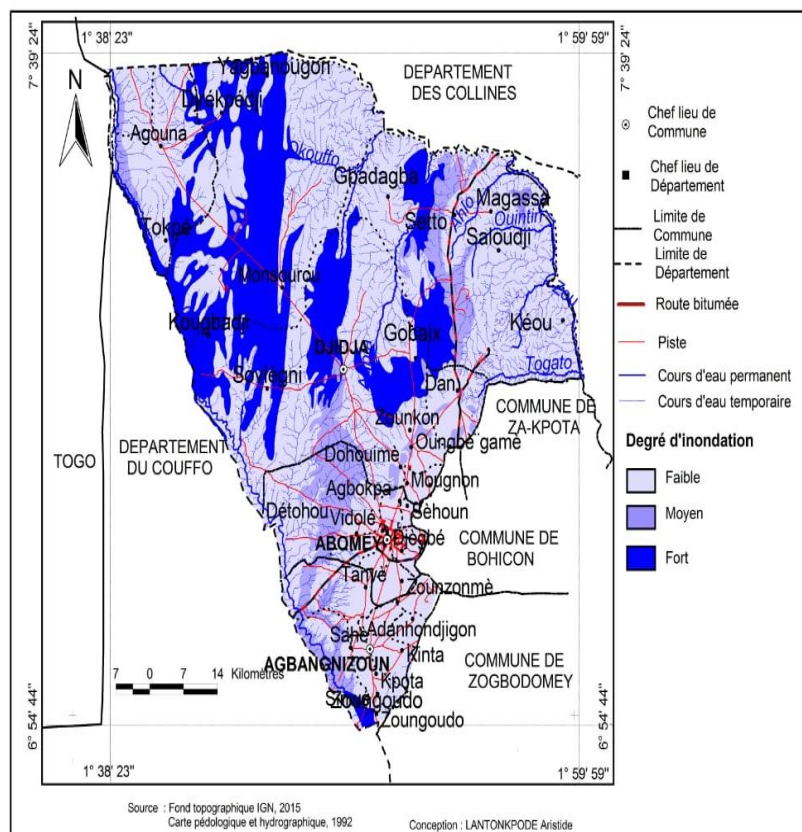
**Tableau 7 : Estimation des débits caractéristiques et les intervalles de confiance par la loi de GEV**

Période de retour	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Zou	541 [451-632]	820 [741-960]	952 [1010-1350]	1170 [901-1390]	1210 [1120-1540]	1780 [1240-1750]

Source : Météo-Bénin, 2023 et traitement des données, 2023

Il ressort du tableau 7 que les inondations fluviales fréquentes sont causées par les crues dont les débits de pointe se situent entre 450 et 632 m<sup>3</sup>/s avec les périodes de retour se situant entre 2 et 5 ans. De plus, les crues responsables des inondations fluviales moyennes ont des débits situés entre 1010 et 1350 m<sup>3</sup>/s avec les périodes de retour de 10 ans. Les inondations fluviales rares sont causées par les débits dont les périodes de retour sont situées entre 50 et 100 ans avec des valeurs allant de 1120 à 1750 m<sup>3</sup>/s. Ainsi, les inondations récurrentes dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun sont causées par les crues dont les débits sont entre 450 et 632 m<sup>3</sup>/s. La figure 10 présente le degré d'inondation du milieu de recherche.

**Figure 10: Zones inondables des Communes de Djidja, Agbangnizoun et Abomey**



Il ressort de l'analyse de la figure 10 que plusieurs Arrondissements du milieu d'étude présentent un niveau très élevé à l'inondation. Trois Arrondissements d'étude à savoir Setto et Monsourou dans la Commune de Djidja et Zoungoundo dans Agbangnizoun présente un risque d'inondation élevé. Dans la Commune de Djidja, le degré d'inondation est fort ce qui prédispose le milieu à des risques de maladies gastro-entérites. Le degré d'inondation est fort dans la Commune de Djidja, moyen à Agbangnizoun et faible à Abomey.

### 2.5.2. Indicateurs annuels des poches de sécheresse dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun

La poche de sécheresse est une caractéristique normale et fréquente du climat. La poche de sécheresse se manifeste dans le temps tandis que l'aridité est une spécificité climatique avec une extension spatiale spécifique. Les poches de sécheresses peuvent être quantifiées en utilisant l'indice standardisé de précipitation et l'indice de sécheresse effective. Le tableau 8 présente les années de sécheresse dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun.

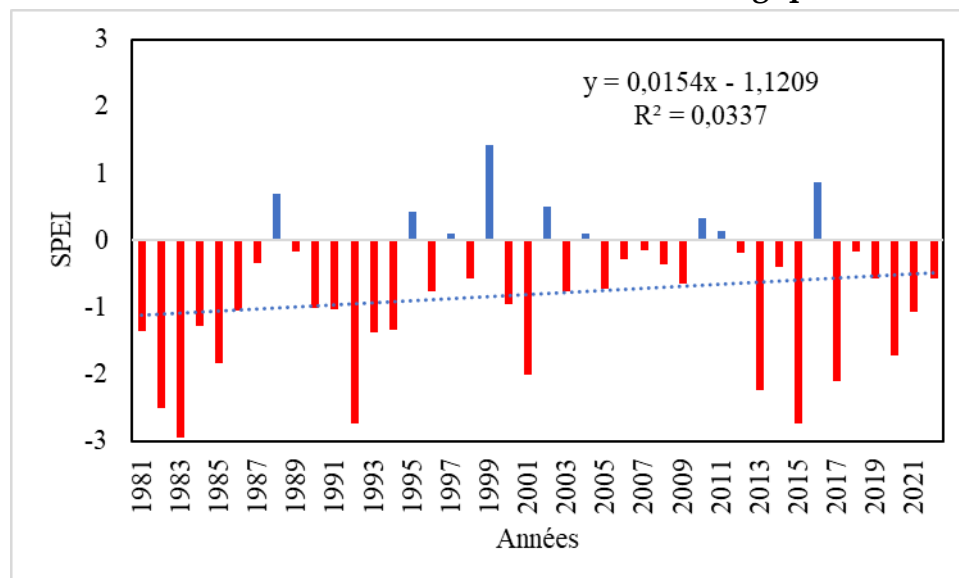
**Tableau 8: Classe de sévérité de la sécheresse selon SPI dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun de la série 1981-2022**

Séquences de sécheresse	Années
Normale	1981, 1984, 1985, 1986, 1987, 1989, 1990, 1991, 1993, 1994, 1996, 1997, 1998, 2000, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2011, 2012, 2014, 2017, 2018, 2019, 2020
Sévèrement sèche	1982, 1983, 1992, 2001, 2013, 2015 et 2016

Source des données : Météo-Bénin, 2023

Il ressort de l'analyse du tableau 8 que 80 % des années de la série sont proches de la normale, 20 % des années sont sévèrement sèches. Les années 1982, 1983, 1992, 2001, 2013, 2015 et 2016 sont sévèrement sèches. La variabilité des séquences sèches, pendant les mois les plus pluvieux (mai, juin, juillet, septembre et octobre) occasionnent des poches de sécheresse. L'ampleur du déficit de précipitations et la gravité des conséquences de ce déficit permet de déterminer l'intensité des poches de sécheresses à travers l'écart par rapport à la normale des précipitations. La figure 11 présente l'écart par rapport à la normale des précipitations dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun entre 1981-2022.

**Figure 11 : Evolution des indices de sécheresse météorologique entre 1981-2022**



Source des données : Météo-Bénin, 2023

L'examen de la figure 11 montre une variation saisonnière caractérisée une alternance d'années humides et sèches dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun. En effet, il s'observe deux périodes : une période sèche (1981-1994) avec des valeurs de SPEI inférieures ou égales à -2,6 suivie d'une période très humide de (1995-2022) avec des valeurs de SPEI inférieures ou égales à 1,42 avec alternance de période sèche en 2000, 2001 et en 2017. La séquence de sécheresse qui domine la période d'étude est la sécheresse de type : légèrement sèche avec une fréquence de 38,09 %. La sécheresse de type modérément sèche est de 16,66 %. La sécheresse de type sévèrement sèche est de 7,14 %. La sécheresse de type extrêmement sèche est de 16,66 %. Ainsi, le secteur de recherche a été affecté par une sécheresse dans la première phase de la série et subit de plein fouet les variations des paramètres climatiques depuis une trentaine d'années. Les déficits pluviométriques prononcés posent des difficultés sanitaires dans les Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun.

### 3. Discussion

Dans les Communes de Djidja, d'Agbangnizoun et d'Abomey, les années 1987, 1989, 1995, 1999, 2002, 2004, 2006, 2010, 2011, 2012, 2018 et 2019 ont enregistré la plus importante hauteur des pluies et les années 1981, 1982, 1983, 1993, 1994, 2013, 2017, 2020 et 2021 ont enregistré la plus faible hauteur des pluies sur la période 1981 à 2022. Le nombre de jours de pluie varie de 32 à 160 avec une moyenne de 96 jours de pluie dans le secteur de recherche. Les saisons pluvieuses présentent un caractère mixte d'évènements extrêmes pluviométriques dans les années 1990. Les indices sont compris entre -2,19 et 2,17 sur la série d'étude (1981-2022). La série regorge 52,38 % des années sont humides et 47,62 % des années sont sèches. Cette alternance

d'années déficitaires et pluvieuses occasionne des risques d'inondation et a des répercussions sur la santé des populations des Communes de Djidja, d'Abomey et d'Agbangnizoun. Ces résultats sont semblables à ceux de U. Allé (2014, p. 69) et B. Doukpolo (2014, p. 89) qui ont trouvé que les risques hydro-climatiques majeurs signalés par les populations ont été l'augmentation de la température et la diminution de la quantité des pluies. Les populations perçoivent les risques hydro-climatiques par des changements, des modifications, la baisse de la pluviométrie, la mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies, l'augmentation de la chaleur et de la température, la réduction des dates de début et de fin de la saison des pluies. Ces perceptions s'entendent comme la manière dont les populations comprennent ou interprètent les éléments du climat dans leurs manifestations et leurs conséquences. Selon S. H. Aimadé (2022, p. 124), la période 1961 à 1980 est caractérisée par les anomalies positives d'où la période de hausse pluviométrique tandis que la période 1981 à 2015 est caractérisée par les anomalies négatives d'où la période de la récession pluviométrique. De ces sous-périodes se dégagent des années pluviométriques excédentaires dont la plus importante est celle de 1968. Par conséquent, les années extrêmement humides sont évidemment à l'origine des fortes crues observées dans la basse vallée de l'Ouémé. L'évolution du nombre de jours de pluie est en hausse de 50 à 280 jours de pluie. Par conséquent, cette situation se traduit par des risques hydro-climatiques et qui aurait des conséquences sur les activités socioéconomiques, sur les conditions de vie et du bien-être social des populations de la vallée de l'Ouémé. Dans la même optique, A. N. A. Arouna et *al.* (2024, p. 496) ajoutent que les durées de retour au niveau des hauteurs maximales de pluie varient de 2 à 200 ans selon la quantité des hauteurs de pluie maximales journalières. Il ressort que les inondations pluviales les plus fréquentes et pouvant survenir chaque 2 ans et 3 ans ont une hauteur de pluie maximale journalière respectif de 251 mm et 280 mm au niveau des Communes de Karimama et de Malanville. Ainsi donc, dans les Communes de Karimama et de Malanville les événements pluvieux extrêmes sont à l'origine des crues et inondations observées. L'avènement des événements pluvieux extrêmes sur une courte période est beaucoup plus dévastateur dans les Communes de Karimama et de Malanville. Les débits maximaux compris entre 1600 et 1770 m<sup>3</sup> /s ont la possibilité de subvenir respectivement chaque deux ans et trois ans. De même, les débits journaliers maximums de 1960 m<sup>3</sup> /s peuvent subvenir chaque cinq ans et les crues décennales sont d'environ 2200 m<sup>3</sup> /s. Enfin les inondations fluviales rares sont causées par les débits dont les périodes de retour sont situées entre 50 et 100 ans avec des valeurs allant de 2720 à 2940 m<sup>3</sup> /s. Les inondations récurrentes dans les Communes de Karimama et de Malanville sont causées par les crues dont les débits sont situés entre 1600 et 1770 m<sup>3</sup> /s. De plus, S. Igué (2017, p. 43) souligne que les variations hydroclimatiques observées pendant les dernières décennies influencent

énormément les ressources en eau et le fonctionnement des écosystèmes. Le climat joue alors un rôle déterminant dans la vie de l'homme.

### **Conclusion**

Au terme de cette étude, il faut retenir que le nombre de jours de pluie varie de 32 à 160 avec une moyenne de 96 jours de pluie dans le secteur de recherche. Les saisons pluvieuses présentent un caractère mixte d'événements extrêmes pluviométriques dans les années 1990. Le secteur de recherche est considéré comme les zones les plus vulnérables aux effets des risques hydro-climatiques dans le département du Zou. La série regorge 52,38 % des années sont humides et 47,62 % des années sont sèches. Cette alternance d'années déficitaires et pluvieuses occasionne des risques d'inondation. Le débit moyen mensuel observé sur toute la série varie 15,02 m<sup>3</sup>/s à 113,34m<sup>3</sup>/s. Le régime hydrologique est uni modale. Les mois de septembre et octobre recouvrent donc les périodes souvent favorables pour des risques d'inondation. Les risques d'inondation d'origine fluviale sont dus aux crues des affluents de la rivière Zou.

### **Références bibliographiques**

AIMADE Sèlomè Hilaire Serge, 2022, Perceptions endogènes et méthodes de résilience des populations face aux risques hydro-climatiques dans la basse vallée de l'Ouémé (Bénin). Thèse de doctorat en Géographie et Gestion de l'Environnement, EDP/UAC, 246 p.

ALLE Ulrich, 2014, Analyse de la gestion des changements climatiques par les producteurs de maïs sur le plateau d'Allada au Sud-Bénin. Thèse de Doctorat. Chaire Internationale en Physique Mathématique et Applications (CIPMA- Chaire UNESCO). Faculté des Sciences et Techniques (FAST) Université d'Abomey-Calavi.175 p.

AMOUSSOU Ernest, TOTIN V. S. Henri, ALLAGBE Simon, KODJA Japhet, AKOIGNONGBE S. J. Arsèneb, SOHOU Brice, VISSIN Expédit W., BOKO Michel, HOUNDENOU Constant et MAHE Gil, 2015, Péjoration climatique et dynamique hydroécologique dans le bassin-versant du fleuve Ouémé à Bonou au Bénin. Conférence internationale sur l'hydrologie des grands bassins fluviaux de l'Afrique (Hammamet, Tunisie, Paris, UNESCO, 32 p.

ANOUKOUM Assehame Sabine, AKODABI Essoyomèwè, BADAMELI Atina Pyalo, SOUSSOU Tatongueba, BOUKPESSI Tchaa et YABI Ibrouaïma, 2025, Evaluation de l'effet de la variabilité pluvio-thermique et hydrologique sur la disponibilité des ressources en eau de surface dans le bassin versant de la Kara au Nord Togo. *Actes du 38<sup>ème</sup> Colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, Abomey-Calavi, pp256-260

AROUNA Adam N'djai Arzouma, GBENOU Victorin Vidjannagni, KOUDAMILORO Olivier et VISSIN Expédit Wilfrid, 2024, « Indicateurs des risques hydroclimatiques dans les communes de Karimama et Malanville au Nord-Est du Bénin ». *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, Vol. 46 N°1, pp. 484-502

ATIYE Yaovi Emile, 2017, Caractérisation des risques hydro-climatiques dans le bassin versant béninois du fleuve mono à l'exutoire d'Athiémé. Thèse de doctorat unique en Géoscience de l'Environnement et Aménagement de l'Espace, EDP/UAC, 254 p.

BESSAN M. V., VISSIN Expédit Wilfrid, OGOUWALE Euloge, OGOU K. F., 2024, «Cartographie Des Aléas Associés Aux Inondations Dans Le Département Du Mono, Bénin (Afrique De l'Ouest) ». *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, Vol. 47 No. 1, pp. 209-224

BOKO Nouvewa Patrice Maximilien, SOUDO T. Marius, AZONHE Thierry Herve S. Nicephore et HOUSSOU Christophe Segbe, 2021, Rythme climatique et pathologie dans l'arrondissement de Sèmè-Podji (Bénin, Afrique de l'Ouest). *Journal de Géographie Rurale Appliquée et Développement N0 03, vol 1*, pp.61-78

DANSOU Brice. S et ODOULAMI Léocadie, 2015, *Paramètres climatiques et occurrence du paludisme dans la commune de Pobè, au sud-est du Bénin*, 129 p.

DOUKPOLO Bertrand, 2014, Changements climatiques et productions agricoles dans l'Ouest de la République Centrafricaine. Sciences de la Terre. Université de Abomey-Calavi; Docteur en Géographie et Géosciences de l'Environnement (Agroclimatologie et Développement), 338 p.

GIEC, 2018, *Bilan 2018 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième rapport d'évaluation du GIEC*. Genève, 103 p.

IGUE Sandé, 2017, Gestion des risques climatiques dans la Commune de Kétou. Mémoire de maîtrise, UAC/FLASH/DGAT, 76 p.

KOUAO Jean-Muller, TAGNON Bertrand Ouessé, KOFFI Brenger, KOUASSI Amani Michel, KOUASSI Kouamé Auguste, GONE Droh Lanciné, 2024, «Variabilité et tendances interannuelles du climat à l'échelle de la Côte d'Ivoire sur la période 1961-2016 ». *European Scientific Journal*, Edition Vol.20, No.33, pp218-240

KOUMASSI Hervé, 2014, Risques hydroclimatiques et vulnérabilités des écosystèmes dans le bassin versant de la Sota, Thèse de Doctorat, Université d'Abomey Calavi, Bénin, 267 p.

LANOKOU Chéto Mathieu, 2016, *Extrêmes climatiques et mise en valeur agricole des terres noires dans la dépression médiane au Sud-Bénin*. Thèse de Doctorat de l'Université d'Abomey-Calavi, 313 p.

MS, 2025, *Plan National de Développement Sanitaire (PNDS) 2025-2029*, Rapport final, Cotonou, 164 p.

ZOURE Moussa, 2021, *Changement climatique et disponibilité en eau du bassin versant de la rivière Davo pour l'approvisionnement en eau potable de la ville de Gueyo, côte d'ivoire*. Mémoire de master en Physique-Chimie Appliquée, Option : Environnement, Université Jean Lorougnon Guédé, 56 p.