

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: 2nde 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

<p>KONE Basoma, KONAN Kouamé Hyacinthe</p> <p><i>Les enjeux sécuritaires des changements climatiques sur la transhumance dans le Nord de la Côte d'Ivoire</i></p>	14
<p>KOFFI Brou Émile, YÉO Brahim, DIALLO Issoufou</p> <p><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></p>	31
<p>OUSSOU Anouman Yao Thibault</p> <p><i>Les enjeux spatiaux des pratiques culturelles dans la ville de Bouaké (Centre, Côte d'Ivoire)</i></p>	50
<p>Aniko ALEME, Aklèso Gnassigbé KEZIE, Essoyomèwè AKODABI, Tatongueba SOUSSOU, Tchaa BOUKPESSI</p> <p><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></p>	66
<p>KIARI FOUYOU Hadiza, ADOUM FORTEYE Amadou, MADJIGOTO Robert</p> <p><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></p>	86
<p>TOGBE Janvier, KOFFI Amoin Prisca, BOHOSSOU N'Guessan Séraphin</p> <p><i>Investissements communaux et accessibilité des populations aux services de l'état civil à Danané (Ouest de la Côte d'Ivoire)</i></p>	99
<p>Hamet Mahamane MAHAMADOU BACHIR, Moctar HASSANE, Kaka Kiari Boukar Kellou</p> <p><i>Stratégies de contournement à l'expansion de groupes terroristes : cas de Boko Haram dans la région de Diffa au Niger</i></p>	115
<p>TE Wrossépané Cynthia Charlene Epouse SERI, Bié Roméo</p> <p><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></p>	135

<p>PREGNON Lhey Raymonde Christelle</p> <p><i>Évaluation cartographique de la dégradation environnementale du quartier Zone industrielle de Bouaké (Côte d'Ivoire)</i></p>	155
<p>LANTONKPODE Aristide, BONI Gratien, WARI ABOUBAKAR Moussa, DJESSONOU Sèngla Franco-Néo Camus</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>KONAN Kouakou Charles, AMALAMAN Marc Auriol, SOUMAHORO Saï Pou, TRA BI Zamblé Armand</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>QUENUM Comlan Irené Eustache Zokpénou</p> <p><i>Gentrification urbaine et spéculation foncière dans les quartiers en reconstructions de Cotonou : cas des 2^{ème} et 4^{ème} arrondissements</i></p>	211
<p>Boubacar BARRY, Cheikh Tidiane WADE, Dramane CISSOKHO</p> <p><i>Regard croisé entre le foncier et les ressources ligneuses en Moyenne Casamance septentrionale</i></p>	230
<p>DJORO-DJAPI Élodie Ange Éléonore, YRO Koulai Hervé, AKA Aké Brice Patrick</p> <p><i>Logiques portuaires d'Abidjan face au besoin d'espace</i></p>	247
<p>KOUASSI Kobenan Christian Venance</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>LILA RENI BIBRIVEN, ABOUBAKAR SALEH</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>OUOBA Souleymane Jean-Claude, AFFO Fabien</p> <p><i>La dynamique régressive de forêt classée de Wari Maro : quel ancrage du sacre ?</i></p>	316
<p>MBENGUE Mamadou Saliou</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>Dominique Syrienne MINKOUE-MI-MBA, Clet Mesmin EDOU EBOLO, Marjolaine OKANGA-GUAY, Jean Bernard MOMBO</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>TANOHI Kouamé Perèze</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>DIARRASSOUBA Bazoumana</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>NIAMIEN Kadjo Henri-Joel, KOUADIO N'Guessan Olivier</p> <p><i>Caractéristiques sociotechniques et contraintes de la production piscicole dans la sous-préfecture de Bouaké</i></p>	408
<p>Mor FAYE, Djibrirou Daouda BA, René Ndimag DIOUF</p> <p><i>Variabilité climatique et stratégies d'adaptation dans les villes secondaires du Sénégal : Cas de Mboro</i></p>	422
<p>BOULY SANE, Tidiane SANE, Cheikh FAYE, Fatima DIOP</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>KOFFI Guy Roger Yoboué, KOMENAN Komenan Gabin, KOUASSI Yao Privat</p> <p><i>Usages phytosanitaires en maraîchage urbain à Bouaké (Côte d'Ivoire) : entre résilience économique et risques sanitaires</i></p>	464
<p>KONAN Aya Suzanne</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>MAHAMAT HEMCHI Hassane, BASSENA Pierre, OURSINGBE PASSAL Joachim</p> <p><i>Souvenir des avènements ratés de Faya-Largeau au nord du Tchad : entre utopie et perspective métropolitaine</i></p>	505
<p>YAO Adjoua Victoire, BRISSY Olga Adeline</p> <p><i>Accessibilité des personnes handicapées aux équipements à l'Université Alassane Ouattara (Côte d'Ivoire)</i></p>	527

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

ANALYSE EN ONDELETTE DE LA RELATION PLUIE-DEBIT DANS LE BASSIN VERSANT DE LA MARAHOUE (CENTRE-OUEST DE LA CÔTE D'IVOIRE)

KONAN Kouakou Charles, Assistant,
Université Alassane Ouattara - Côte d'Ivoire,
Email : charlykouakou26@gmail.com

AMALAMAN Marc Auriol, Assistant,
Université Peleforo GON COULIBALY ; Korhogo-Côte d'Ivoire, UFR-SS,
Département de géographie ;
Email : marcamal@upgc.edu.ci

SOUMAHORO Saï Pou, Assistant,
Université Peleforo GON COULIBALY ; Korhogo - Côte d'Ivoire,
Département de géographie ;
Email : estherenok@gmail.com

TRA BI Zamblé Armand, Maitres de conférences,
Université Alassane Ouattara - Côte d'Ivoire
Email : zambtra@yahoo.fr

(Reçu le 16 août 2025; Révisé le 14 septembre 2025 ; Accepté le 25 septembre 2025)

Résumé

Zone à vocation agricole, le centre-ouest ivoirien subit les effets conjugués des pressions anthropiques et de la variabilité climatique. Cette étude vise à montrer l'impact de la variabilité pluviométrique sur les débits dans le bassin versant de la Marahoué (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire). À partir des données pluviométriques (Bouaflé : 1960-2020, Mankono : 1983-2000) et hydrométriques correspondantes, la méthode de la Transformée en Ondelette Continue (CWT) a été appliquée pour identifier les périodicités dominantes et analyser la cohérence entre pluie et débit.

Les résultats montrent que le cycle annuel domine la variabilité à Bouaflé (44 % pour les pluies et 45 % pour les débits) et à Mankono (46 % pour les pluies et 52 % pour les débits). Les hautes fréquences (<1an) traduisant la variabilité intra-annuelle représentent près de 40 % du signal, reflétant l'influence des saisons des pluies. Les fréquences intermédiaires (1-2 ans) expliquent environ 9-10 %, tandis que les cycles pluriannuels (>2 ans) restent modestes (6 à 9 %), mais révèlent l'impact de phénomènes climatiques globaux comme l'ENSO et l'AMO. L'analyse de cohérence en ondelettes confirme que les débits réagissent directement et rapidement aux précipitations, avec des corrélations significatives aux échelles annuelles, intra-annuelles et pluriannuelles.

Mots clés : Côte d'Ivoire, Bassin versant, Marahoué, ondelette continue, pluie-débit.

CONTINUOUS WAVELET ANALYSIS OF THE RAINFALL-FLOW RELATIONSHIP IN THE MARAHOUÉ WATERSHED (CENTRAL-WESTERN IVORY COAST)

Abstract

An agricultural area commonly known as the coffee and cocoa loop, central-west Ivory Coast is subject to the combined effects of anthropogenic pressures and climate variability. This study aims to demonstrate the impact of rainfall variability on discharge in the Marahoué watershed (Central-West Côte d'Ivoire). Using rainfall data (Bouaflé: 1960-2020, Mankono: 1983-2000) and corresponding hydrometric data, the Continuous Wavelet Transform (CWT) method was applied to identify dominant periodicities and analyze the consistency between rainfall and discharge. The results show that the annual cycle dominates variability in Bouaflé (44% for rainfall and 45% for discharge) and Mankono (46% for rainfall and 52% for discharge). High frequencies (<1 year), reflecting intra-annual variability, represent nearly 40% of the signal, reflecting the influence of the rainy seasons. Intermediate frequencies (1-2 years) account for approximately 9-10%, while multi-year cycles (>2 years) remain modest (6-9%), but reveal the impact of global climate phenomena such as ENSO and AMO. Wavelet coherence analysis confirms that streamflows respond directly and rapidly to precipitation, with significant correlations at annual, intra-annual, and multi-year scales.

Keywords: Côte d'Ivoire, Marahoué watershed, continuous wavelet, rainfall-runoff.

Introduction

La relation entre la variabilité pluviométrique et les fluctuations hydrologiques constitue un enjeu scientifique et socio-économique pour l'Afrique de l'Ouest. En effet, cette région fait face à d'importants défis liés à la disponibilité, à l'aménagement et à la distribution des ressources en eau (A. N. THIOMBIANO, 2011, p.7). Les communautés rurales et pauvres apparaissent comme les plus vulnérables, en raison de leur forte dépendance aux ressources naturelles, et plus particulièrement à l'eau (GIEC, 2023, p.8). Ainsi, le stress hydrique accentué par le réchauffement climatique et la variabilité des précipitations touchent plus de 250 millions de personnes dans cette région (A. N. THIOMBIANO, 2011, p.7).

En Côte d'Ivoire plusieurs auteurs ont mis en évidence l'impact de la variabilité climatique sur les ressources en eaux de surface (B. I. DIOMANDE et *al.*, 2019, p.35-37 ; K. C. KONAN, 2023, p.272 ; M. A. AMALAMAN et *al.*, 2024, p.3). Les études montrent que la récession pluviométrique récente exerce des effets marqués sur les ressources en eau. Lors des périodes prolongées de sécheresse, elle se traduit par une diminution significative du débit des cours d'eau, pouvant aller jusqu'à leur

assèchement, ainsi qu'au tarissement des rivières et des marigots. Ainsi, l'amélioration des connaissances sur les facteurs contrôlant la variabilité des ressources en eau sur des échelles de temps interannuelles à multi-décennales revêt une importance majeure dans le contexte actuel du changement climatique.

Cependant, la plupart de ces travaux portant sur l'évaluation de la variabilité interannuelle repose essentiellement sur des corrélations directes visant à établir une relation statistique entre les variables climatiques et les indices de débit (B. V. H. N'GNESSAN et al., 2017, p.24 ; A. KAMAGATE et al., 2019, p.99). Dans ce contexte, l'utilisation des ondelettes est particulièrement adaptée, car elle permet une analyse multi-échelle des signaux hydrologiques, souvent non stationnaires (Z. A. TRA BI et al., 2021, p.21). L'objectif de cette étude est de montrer la cohérence entre la variabilité des séries de précipitations et de débits aux stations hydrométriques de Bouaflé et Mankono. Cette étude propose d'analyser à la fois la variabilité pluriannuelle (>1 an), annuelle (1 an) et la variabilité intra-saisonnière (<1 an).

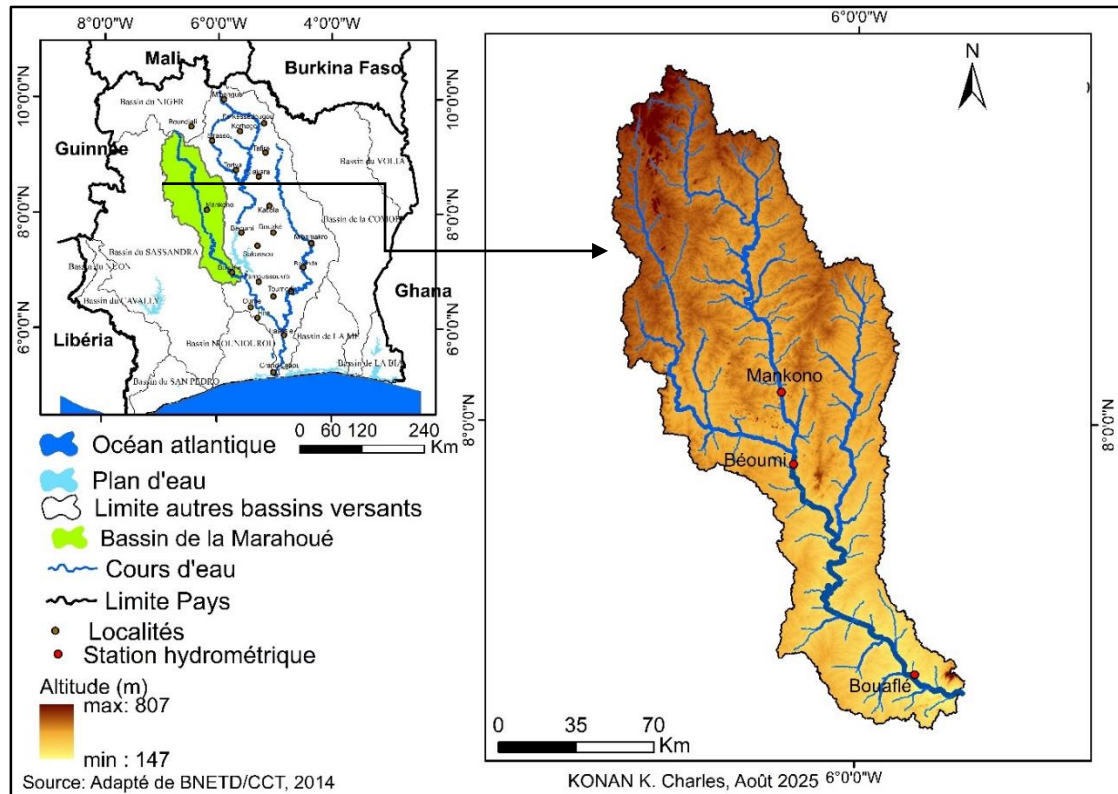
Plus spécifiquement, il s'agira d'identifier les périodicités dominantes des précipitations et des débits (intra-annuelles, annuelles, interannuelles et pluriannuelles), d'évaluer la contribution de chacune de ces périodicités au signal global à travers une approche statistique et d'analyser la cohérence spectrale entre les deux variables afin de mettre en évidence l'influence directe de la variabilité pluviométrique sur les débits.

1. Matériels et méthodes

1.1. Présentation de la zone d'étude

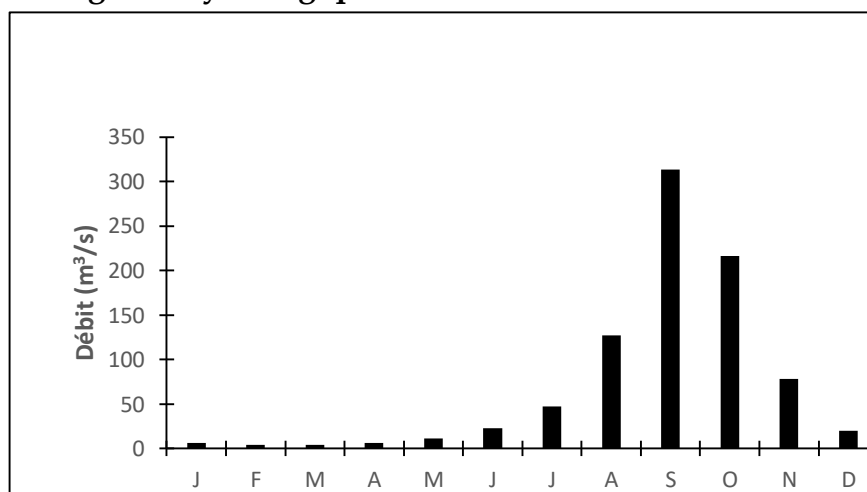
Le bassin versant de la Marahoué se localise entre les longitudes 5°5' et 7°1' ouest et les latitudes 6°7' et 9°5' nord (Figure 1). Le Marahoué est le principal affluent de la zone d'étude. Long de 550 km, il draine un bassin versant d'une superficie de 24 300 km². Le fleuve Marahoué prend sa source au sud-ouest de Boundiali (K. C. Konan, 2023, p.113). Il est principalement alimenté par deux cours d'eau parallèle, séparé d'environ 30 à 40 km de distance, coulant dans une direction NNO-SSE. Il s'agit notamment du Yani à l'Ouest, qui prend le nom Banoroni après Séguéla, et d'autre part du Kahoua à l'Est, qui devient Marahoué amont en passant à proximité de Mankono (G. Girard et al., 1971, p. 115). Ces deux rivières confluent après avoir franchi le 8ème parallèle pour former le cours principal du Marahoué dont la pente atteint localement 5 % (K. C. Konan, 2023, p.113). En enfin, environ 30 km à l'ouest de Bouaflé, le Marahoué rejoint le Bandama à 147 m d'altitude, soit à 15 km au Sud du barrage de Kossou.

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude



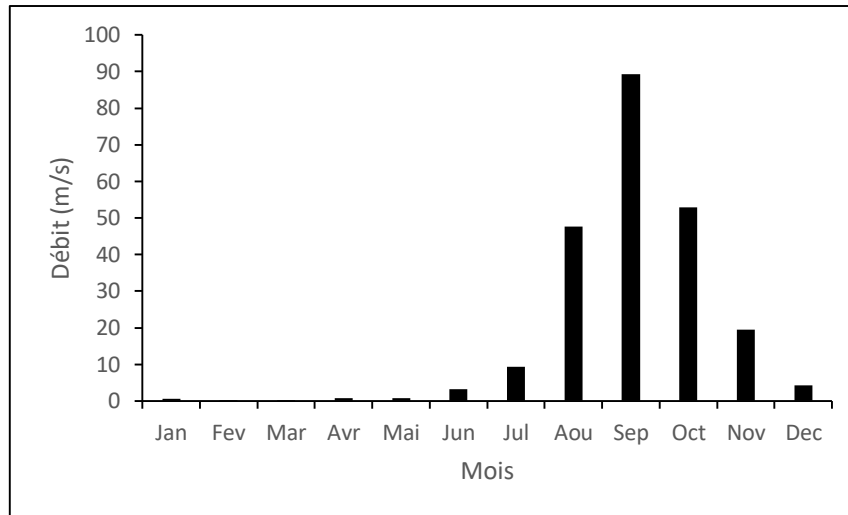
Le régime équatorial de transition atténué est le domaine du bassin. Les cours d'eau connaissent le maximum de débit de mai à novembre (figure 2 et figure 3). Ils enregistrent plus de 313 m³/s en septembre à la station de Bouaflé. Entre mai et septembre, le débit augmente de 302 m³/s, soit 96 % par rapport au mois de mai. Cette croissance relative du débit justifie l'installation de la saison pluvieuse. Le dédoublement de la crue annuelle n'est pas toujours marqué.

Figure 2 : Régimes hydrologiques de la Marahoué à Bouaflé de 1960-2020



Source : Sous-Direction de l'Hydrologie, 1960 à 2020

Figure 3 : Régimes hydrologiques de la Marahoué à Mankono de 1983-2000



Source : Sous-Direction de l'Hydrologie, 1983 à 2000

La zone d'étude se situe dans une zone de transition climatique entre le régime tropical de transition et le régime équatorial de transition atténué (A. V. S. ASSOKO, 2022, p.37). Le régime équatorial de transition atténué, au sud du 8^e parallèle Nord, présente quatre saisons avec des précipitations comprises entre 1500 et 2200 mm. Ce régime est subdivisé en deux périodes pluvieuses (mars-juin et septembre-octobre) et deux saisons sèches. Au nord de la Marahoué, le régime tropical de transition domine, avec 1000 à 1700 mm de pluie par an, marqué par une saison pluvieuse (mai-octobre) et une saison sèche (novembre-avril) influencée par l'harmattan.

1.2. Données de l'étude

Le réseau de station sélectionné pour cette étude comprend entre autres des stations pluviométriques. Les données des hauteurs pluviométriques utilisées proviennent de la société de météorologie nationale SODEXAM (Société de Développement et Exploitation Aéronautique, Aéroportuaire et Météorologique). Ce sont les données de pluie mensuelle des postes pluviométriques de Mankono (1983-2000) et Bouaflé (1960-2020). La série pluviométrique de Mankono s'interrompt en 2000 en raison de l'arrêt des activités de la station suite à la crise politico-militaire.

Concernant les données hydrométriques (débits mensuels), elles proviennent de la Sous-Direction de l'Hydrologie, structure sous tutelle de la Direction de l'Hydraulique Humaine (DHH). Ainsi, les données de débit mensuel aux stations hydrométriques de Mankono (1983-2000) et Bouaflé (1960-2020) ont été utilisées.

1.3. Méthode de traitement des données

L'analyse a été réalisée à l'aide de la Transformée en Ondelette Continue (CWT), permettant d'examiner la répartition spectrale de l'énergie des signaux pluviométriques et de débit en fonction du temps et de la fréquence (H. LAKACHE et

al., 2019, p.6 ; M. A. AMALAMAN et al., 2024, p.2). Les séries chronologiques de précipitations (Bouaflé : 1960-2022 ; Mankono : 1983-2000) ont été décomposées pour identifier les modes de variabilité dominants. Les périodicités ont été regroupées en :

- Haute fréquence (<1 an) : variations intra-annuelles ;
- Cycle annuel (1 an) ;
- Basses fréquences courtes (1-2 ans) : cycle biannuel ;
- Basses fréquences longues (>2 ans) : cycles pluriannuels et interannuels

Pour chaque catégorie, la contribution relative à l'énergie totale du spectre a été calculée (en %).

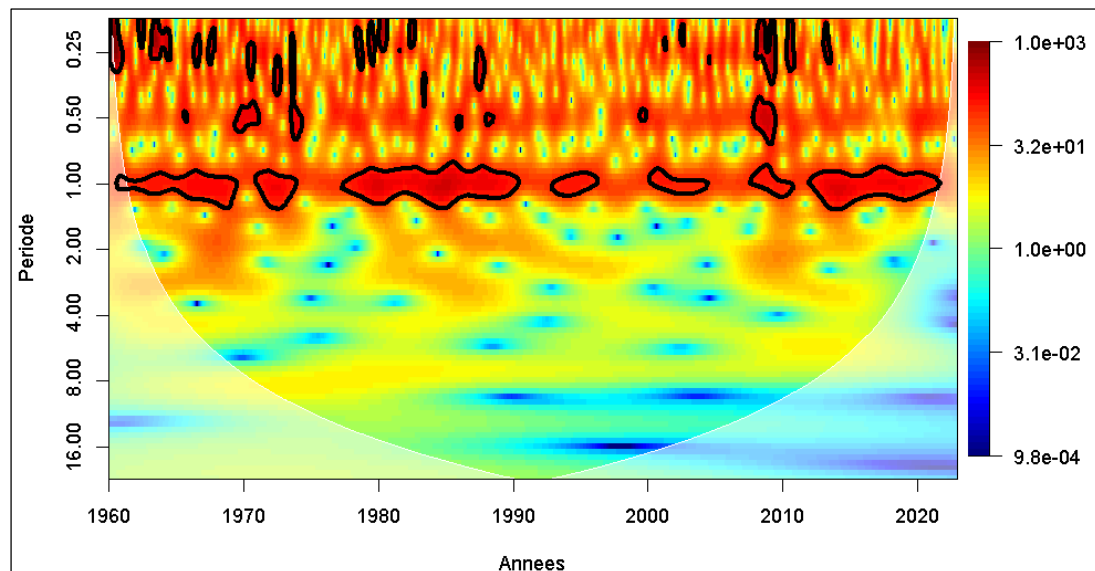
2. Résultat

2.1. Périodicité dominante et structure temporelle de la pluviométrie à Bouaflé et à Mankono

L'application de l'analyse spectrale aux séries de données pluviométriques de Bouaflé (1960-2022) et de Mankono (1983-2000) permet de montrer les structures temporelles dominantes de la variabilité des précipitations dans ces localités situées au centre de la Côte d'Ivoire.

De façon générale, le spectre en ondelettes de la série chronologique de Bouaflé et de Mankono met en évidence une périodicité annuelle dominante sur toute la période étudiée (Figure 4).

Figure 4 : Spectre en ondelettes continues de la pluviométrie à la station de Bouaflé sur la période 1960 à 2020

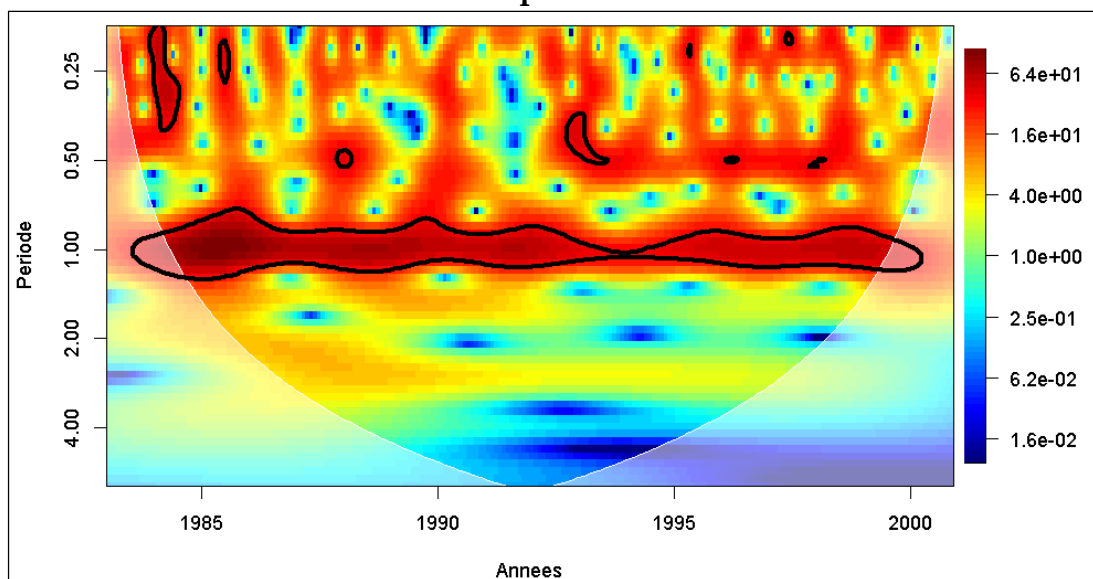


Ce signal se manifeste par une bande de forte puissance située autour de la période de 1 an, avec des contours noirs indiquant un niveau de significativité élevé ($p < 0,05$). Sur cette périodicité, la fréquence des variances est estimée à 44 % à Bouaflé et à environ 46 % à Mankono.

En plus, le spectre en ondelettes de la série chronologique de Bouaflé révèle une concentration du signal à 39 % dans les hautes fréquences. Ces hautes fréquences se situent en dessous de 1 an et représentent les variations intra-annuelles. Elles présentent des pics d'intensité marqués entre 1965-1975, 1990-2000 et 2010-2020. Dans les basses fréquences, la période supérieure à 2 ans représente environ 8 % du signal. Les épisodes pluriannuels significatifs apparaissent dans les décennies 1970-1980 et 2000-2010. La variabilité intermédiaire, entre 1 et 2 ans explique 9 % du signal avec des phases d'intensité marquée entre les années 1972-1984 et 2008-2020. Ces signaux interannuels, malgré leur caractère discontinu, montrent par endroits une importance statistique et pourraient être liés à des événements climatiques régionaux, comme l'oscillation Atlantique ou les différentes phases de l'ENSO.

À Mankono, les hautes fréquences représentent environ 37 % du signal, indiquant des fluctuations intra-annuelles comparables à Bouaflé, mais légèrement moins marquées (Figure 5).

Figure 5 : Spectre en ondelettes continues de la pluviométrie à la station de Mankono sur la période 1983 à 2000



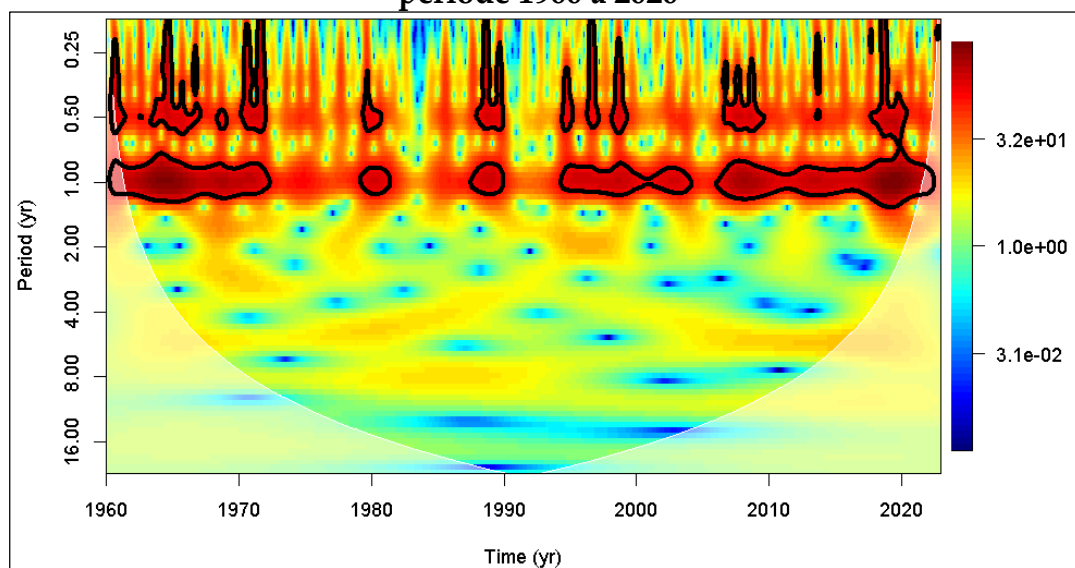
Les épisodes énergétiques les plus intenses sont observés entre 1984-1986, 1992-1995 et 1998-2000, ce qui confirme la prépondérance des cycles saisonniers de précipitations. L'analyse du spectre de Mankono indique aussi la présence de signaux infra-annuels transitoires, en particulier entre 0,25 et 0,5 an (c'est-à-dire entre 3 et 6 mois), observables entre les années 1983 et 1987. Même si ces signaux sont ponctuels, ils révèlent une variabilité intra-annuelle de la pluviométrie, qui pourrait être associée à des perturbations atmosphériques ou à des variations saisonnières des pluies (bimodalité irrégulière, retards ou pluies précoces). Bien que les basses fréquences soient moins fréquentes (17 %), elles montrent néanmoins des signaux pluriannuels persistants, surtout entre 1985-1988 et 1994-1998. La variabilité bi-annuelle, qui représente environ 10 % du signal, est particulièrement prononcée durant les

périodes 1990-1993 et 1997-1999. Aussi, aucun signal significatif n'est observé au-delà de 4 ans, ce qui est probablement lié à la période d'observation plus courte (17 ans).

2.2. Caractérisation de la variabilité hydrométrique aux stations de Bouaflé et Mankono

L'analyse en ondelette des débits à Bouaflé et Mankono met en évidence différents modes de fluctuations hydrologiques. Sur les spectres, les zones rouges délimitées par un contours noir correspondent aux périodes statistiquement significatives (Figure 6).

Figure 6 : Spectre en ondelettes continues du débit à la station de Bouaflé sur la période 1960 à 2020



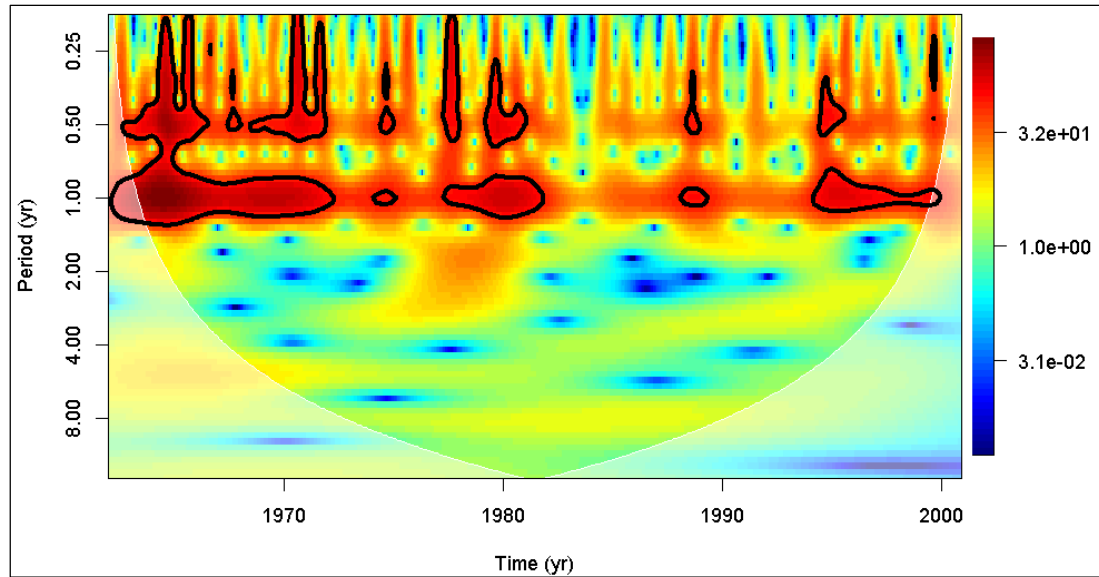
À Bouaflé, le cycle annuel des débits est resté stable de 1960 à 1970. Cette significativité est malheureusement marquée par une rupture à partir de 1970. Des pics d'intensité spectrale durant les décennies 1990 et après 2010 s'observent. La variation annuelle (1 an) représente environ 45 % du signal spectral.

Les hautes fréquences (<1 an), traduisant des variations infra-annuelles contribuent pour 41 % au signal spectral. Les basses fréquences (>1 an) représentent environ 14 % du signal, illustrant la présence de cycles pluriannuels de 2 à 8 ans.

Cette évolution annuelle des débits et la structure observée aux différentes échelles fréquentielles traduisent l'influence d'un climat tropical humide à deux saisons des pluies, caractéristique du centre-ouest de la Côte d'Ivoire.

À Mankono, le signal annuel est également dominant (52 %) mais sur des intervalles plus discontinus, notamment entre 1960 et 1975, puis entre la fin des années 1980 et le milieu des années 1990 (Figure 7).

Figure 7 : Spectre en ondelettes continues du débit à la station de Mankono sur la période 1983 à 2000

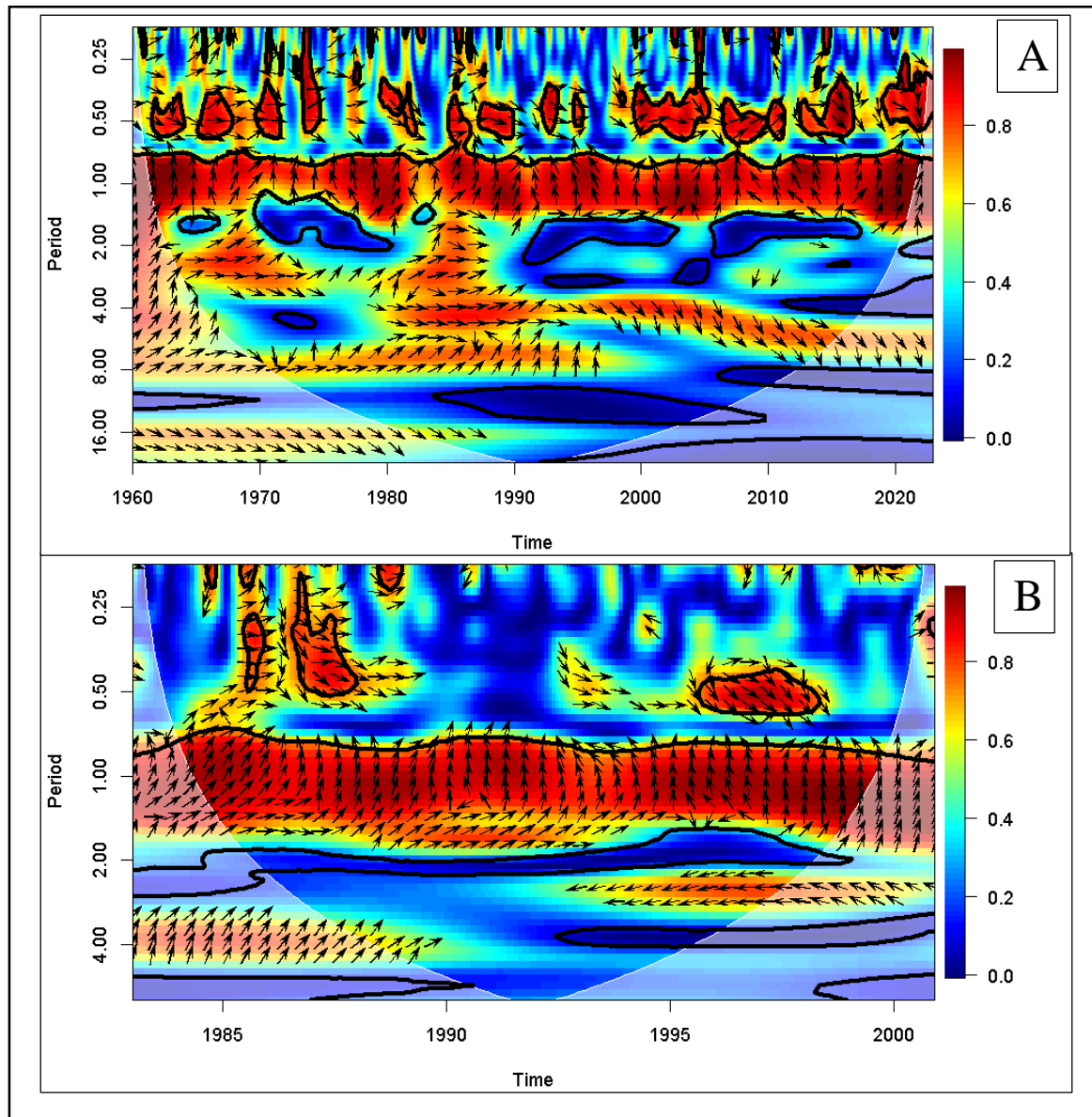


En plus, dans les hautes fréquences, la variabilité à 6 mois est estimée à 40 % de la variabilité saisonnière. Aussi, le cycle saisonnier (6 mois à 1 an) présente une grande énergie de 1960 à 1980. En effet, la variabilité hydrologique est plus significative entre 1960-1975, suivie d'une période normale avant une reprise à la fin des années 1980. Ces variations correspondent principalement à des réponses immédiates du bassin aux précipitations intenses, se traduisant souvent par des crues soudaines. À l'inverse, les basses fréquences constituent 8 % du signal de total, avec une forte présence de cycles de variation de 1 à 4 ans. Sur cette périodicité, la variation est plus visible entre 1970 et 1990.

2.3. Analyse de la cohérence en ondelettes entre la variabilité des précipitations et du débit

L'effet de la pluviométrie sur le débit à la station de Bouaflé et Mankono est observable aux échelles annuelles et pluriannuelles. À Mankono, la bande de périodicité 1 an présente une cohérence très élevée ($>0,8$) et continue entre 1983 et 2000, représentant environ 46 % de l'énergie total du signal (Planche de Figure 1). À Bouaflé, cette composante annuelle est également marquée tout au long de la période 1960-2020, avec de forte cohérence durant les décennies 1970, 1990 et après 2010, pour une proportion d'environ 44 %.

Planche de Figure 1 : Cohérence en ondelettes entre la pluviométrie et le débit aux stations de la Marahoué (A) de 1960 à 2020 et à Mankono (B) de 1983 à 2000



NB : La figure (A) représente la station de Mankono de 1983 à 2000 et celle notée (B), la station de Bouaflé sur la période 1960-2022

Les hautes fréquences (<1an), traduisant les réponses hydrologiques rapides aux épisodes pluvieux, représentent près de 32 % du signal à Mankono et 34 % à Bouaflé, avec des pics lors d'épisodes pluvieux intenses entre 1984-1987 et 1993-1998 à Mankono et de 1965-1975 puis 2005-2020 à Bouaflé. Les cycles biannuels (1-2ans) sont moins fréquents mais restent perceptibles, représentant environ 9 % du signal à Mankono et 8 % à Bouaflé, notamment pendant les périodes 1985-1990 et 1995-1998 à la station de Mankono et 1975-1980, 1985-1995 puis après 2010 pour la seconde. Cela traduit des effets pluviométriques récurrents sur des décennies. Enfin, les périodes pluriannuelles (>2 ans) constituent 6 % du signal à Mankono et 9 % à Bouaflé. Sur cette périodicité, des épisodes cohérents s'observent sur des cycles de 4-8 ans,

particulièrement entre 1970-1978 et 1990-1998. Ces résultats confirment que la pluviométrie exerce un impact direct et rapide sur les débits. Ils présentent également des fluctuations interannuelles et pluriannuelles qui exercent une influence sur le comportement hydrologique à ces deux stations hydrométriques.

3. Discussion

L'analyse de la dynamique des écoulements de surface nécessite une compréhension des variations de débit. Cette étude démontre que le régime hydrologique aux stations hydrométriques de Bouaflé et Mankono est directement influencé par la variabilité pluviométrique. Ainsi, l'application de l'analyse en ondelette continue a permis de montrer l'impact de la variabilité pluviométrique sur les débits. Cette méthode, largement utilisée dans la littérature (B. DIEPPOIS et *al.*, 2011, p.4 ; Z. A. TRA BI et *al.*, 2021, p.21; M. A. AMALAMAN et *al.*, 2024, p.3), a notamment servi à d'identifier les modes de variabilité survenus dans la série hydrométrique et pluviométrique. Il s'est agi aussi de mettre en évidence la corrélation entre le débit et la pluviométrie aux échelles interannuelle et pluriannuelle.

Les résultats de l'analyse ont montré que la variabilité hydrologique à Bouaflé et à Mankono est dominée par le cycle annuel, caractéristique d'un climat tropical à deux saisons des pluies. Les hautes fréquences représentent près de 40 % du signal. Cette variabilité intra-saisonnière, est le fait de la dynamique des systèmes convectifs de méso-échelle et les oscillations de la Zone de Convergence Intertropicale (ZCIT) (K. C. KONAN, 2023, p.134). Plusieurs études confirment la prédominance des fluctuations climatiques dans les hautes fréquences. En effet, les travaux de Z. A. TRA BI et *al.*, (2021, p.25) dans le bassin versant du N'zi démontrent que la variabilité interannuelle (46,09 %) et infra-annuel (37,64 %) expliquent 93,73 % de la variabilité hydrologique totale. Cette prédominance des hautes fréquences est corroborée par B. DIEPPOIS et *al.*, (2011, p.5) sur le bassin du lac Tchad. Leurs analyses démontrent que la variabilité pluviométrique dans les hautes fréquences représente 73 % de la variance totale à Maïné-Soroa et 57 % à N'Guigmi.

A l'inverse, les basses fréquences (>1 ans) sont moins prononcées mais significatifs, suggérant l'influence de forçages climatique régionaux (ENSO). Dans ce sens, M. A. AMALAMAN et *al.*, (2024, p.3) ont révélé des cohérences en phase significatives entre les précipitations, les débits et des indices climatiques globaux tels que l'ENSO et la NAO dans le bassin versant de Tortiya amont au Nord de la Côte d'Ivoire. En plus, l'analyse de Z. A. TRA BI et *al.*, (2021, p.25) montre que L'AMO (Atlantic Multidecadal Oscillation) influence principalement sur la périodicité de 1-2 ans après 1975. Quant au TNA (Tropical Northern Atlantic), il présente des corrélations interannuelles et pluriannuelles, notamment à 1 an dès 1988 et à 2 ans entre 1983-1990.

Concernant, l'analyse de cohérence en ondelette, elle montre une corrélation entre la pluviométrie et le débit des cours d'eau. Cette corrélation est à différentes échelles temporelle, notamment sur la périodicité annuelle et intra-annuelle (≤ 1 an) et pluriannuelle (> 1 an). Dans une étude similaire menée sur les bassins du Moulouya et Tensift, Z. ZAMRANE et al., (2021, p.16) confirment ces observations. Leur analyse de cohérence en ondelette révèle une relation pluie-débit marquée aux échelles temporelles de 1 an, 2-4ans et 16-30 ans. Pour le bassin du Tensift, les cohérences entre les précipitations et l'écoulement fluvial ont été identifiées sur les périodicités de 1 an, 2 à 4 et 8 à 12 ans.

Conclusion

Cette étude a mis en évidence l'importance des précipitations dans la régulation des régimes hydrologiques de la Marahoué. Le signal hydrologique est largement dominé par la variabilité saisonnière et annuelle, mais les fluctuations interannuelles et pluriannuelles traduisent aussi l'influence des grands forçages climatiques régionaux et globaux. L'approche par ondelettes, en permettant d'examiner la dynamique multi-échelle des séries hydrologiques et pluviométriques, s'avère donc pertinente pour comprendre les interactions pluie-débit. Ces résultats fournissent des éléments utiles pour la gestion durable des ressources en eau dans un contexte de changement climatique où le stress hydrique s'accroît en Afrique de l'Ouest.

Référence bibliographique

AMALAMAN Marc Auriol, MAHE Gil, DIOMANDE Béh Ibrahim, TRA BI Armand Zamblé, Rouché Nathalie, Nouaceur Zeineddine et Laignel Benoit, 2024, Analyse en ondelettes des séries temporelles aux stations de pluies et débits, *Proceedings IAHS*, 385, p.365-370, <https://doi.org/10.5194/piahs-385-365-2024>.

ASSOKO Adjoa Victoire Sandrine, 2022, *Conception d'outils de prévision des extrêmes hydrologiques en région tropicale ouest africaine : cas du bassin versant de la Marahoué en Côte d'Ivoire*, thèse de doctorat, 240p.

GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat), 2023, *Synthèse du sixième rapport*, 17p.

GIRARD Georges, SIRCOULON Jacques & TOUCHEBEUF Pierre, 1971, Aperçu sur les régimes hydrologiques, in « *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire* », ORSTOM, Paris, 401p.

DIEPPOIS Bastien, DURAND Alain, FOURNIER Matthieu, MASSEI Nicolas, SEBAG David, HASSANE Bouba, 2010, Variabilité des précipitations au sahel central et recherche du forçage climatique par analyse du signal : la station de Maïne-Soroa (SE Niger) entre 1950 et 2005, *Pangea infos*, n°47/48, pp.27-35. ffinsu-00956993ff.

DIEPPOIS Bastien, HASSANE Bouba, DURAND Alain, FOURNIER Matthieu, MASSEI Nicolas, NGOUNOU NGATCHA, SEBAG David, 2011, Variabilité du climat au Sahel depuis 1950: essais d'analyses statistiques des relations entre précipitations, vents et visibilité horizontale au SE-Niger, <https://www.researchgate.net/publication/236281178>, pp. 1-11.

DIOMANDE Beh Ibrahim, AMALAMAN Marc Auriol, CLAON Jean Stephane, KONE Diakaria 2019, Evolution hydroclimatique dans le bassin versant de la Loka et problématique d'accès en eau potable dans le centre de la Côte d'Ivoire, *Climat et Développement*, N°26, pp. 30-39.

KAMAGATE Anzoumana, KOFFI Yao Blaise, KOUASSI Amani Michel, KOUAKOU Dje, DIALLO Seydou Bernard, 2019, Impact des évolutions climatiques sur les ressources en eau des Petits Bassins en Afrique Sub-Saharienne : application au bassin versant du Bandama à Tortiya (Nord Côte d'Ivoire), *European Scientific Journal*, vol. 15, n°9, pp. 84-105.

KONAN Kouakou Charles, 2023, *Étude du changement de l'occupation du sol dans le bassin versant du Bandama et son impact sur les écoulements de surface*, Thèse de doctorat, Université Alassane Ouattara, 365p.

LAKACHE Halima, NOUACEUR Zeineddine, MEBARKI Azeddine, MESNAGE Valérie, 2019, La relation pluie - débit dans un hydro système semi-aride méditerranéen : cas du bassin de l'oued Endja, à l'amont du barrage Beni Haroun (Algérie orientale), *science & technologie*, N°50, p.25-35.

N'GNESSAN Bi Vami Hermann, SALEY Mahaman Bachir, OGA Yei Marie Solange, YAPI Asse Fabrice, KOUADIO Boyossoro Hélène, BIEMI Jean, KOUADIO Affian, 2017, Caractérisation de la sécheresse hydrologique dans la région de Marahoué, *International Journal of Engineering Science Invention (IJESI)*, Vol. 6 pp. 19-27.

THIOMBIANO ALIDA NADEGE, 2011, *variabilité climatique et impacts sur les ressources en eau au Burkina Faso : étude de cas du bassin hydrographique du fleuve Nakanbé*, mémoire de Maîtrise, 111p.

TRA BI Zamblé Armand, M'BAYE Cécilia Adjoua Koumba et AMALAMAN Marc Auriol, 2021, Variabilité hydrologique du bassin versant du n'zi dans la région du Gbèkè (centre de la Côte d'Ivoire), *Géovision*, 13p.

ZAMRANE Zineb, MAHÉ Gil, LAFTOUHI Nour-Eddine, 2021: Wavelet Analysis of Rainfall and Runoff Multidecadal Time Series on Large River Basins in Western North Africa, *Water*, 13, 3243, <https://doi.org/10.3390/w13223243>, 2021.