



HAL
open science

ANALYSE DU RISQUE D'INONDATION FLUVIALE PAR APPROCHE HIERARCHIQUE MULTICRITERE DANS LE BASSIN AMENAGE DU FLEUVE SASSANDRA A SOUBRE (COTE D'IVOIRE)

Fidèle Constant Kouame

► **To cite this version:**

Fidèle Constant Kouame. ANALYSE DU RISQUE D'INONDATION FLUVIALE PAR APPROCHE HIERARCHIQUE MULTICRITERE DANS LE BASSIN AMENAGE DU FLEUVE SASSANDRA A SOUBRE (COTE D'IVOIRE). *Revue de géographie du laboratoire Leïdi : Dynamique des territoires et développement*, 2023, NO. 30 (2023). hal-04494729

HAL Id: hal-04494729

<https://hal.science/hal-04494729>

Submitted on 7 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Revue de géographie du Laboratoire Leïd

Dynamiques des territoires et développement

N°30
Décembre
2023



Université Gaston Berger - Sénégal

ISSN 2278-1111



Revue de géographie du laboratoire Leïdi ISSN 0851-2515

« Dynamiques des territoires et développement »

Université Gaston Berger. BP 234 Saint-Louis du Sénégal

Courriel : revuedegeographieugb@gmail.com

PRESIDENT D'HONNEUR :

Pr Mamadou Moustapha SALL, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Ancien Président du CTS de LSH et Secrétaire général du CAMES

REDACTEUR EN CHEF DE LA REVUE DE GEOGRAPHIE DE SAINT-LOUIS :

Pr Cheikh Samba WADE : Université Gaston Berger de Saint-Louis (Sénégal)

Courriel : cheikh-samba.wade@ugb.edu.sn , Tél +221 781823222

SECRETARE DE REDACTION :

Dr. Aliou NDAO Courriel ndao.aliou@ugb.edu.sn , Tel : 77 7599636

1. Comité scientifique et de lecture

- Pr. Alphonse YAPI-DIAHOU ((Emérite, géographe), Université de Paris 8, Vincennes -Saint-Denis (France)
- Pr. Boubou Aldiouma SY (géographe), Université Gaston Berger de Saint-Louis (Sénégal)
- Pr. Cheikh Samba WADE, (géographe), Université Gaston Berger de Saint-Louis (Sénégal)
- Pr. Constant HOUNDÉNOU (Agro climatologie), Univ. Abomey-Calavi (Bénin)
- Pr. Edinam KOLA (géographe), Université de Lomé (Togo)
- Pr. Géraud MAGRIN (géographe), HDR Paris Panthéon Sorbonne (France)
- Pr. Ibrahima Bouzou MOUSSA (géographe), UAM (Niger)
- Pr. Mouhamadou Mawloud DIAKHATE (géographe,), Université Gaston Berger de Saint-Louis (Sénégal)
- Pr. Moussa GIBIGAYE (géographe), Université Abomey-Calavi (Bénin)
- Pr. Oumar DIOP (géographe), Université Gaston Berger de Saint-Louis (Sénégal)
- Pr. Roméo FARINELLA (géographe), Université de Ferrera (Italie)
- Pr. Wilfried WISSIN (géographe), Université Abomey-Calavi (Bénin)
- Pr. Irène KASSI-DJODJO, (Géographe), Maître de conférences, Institut de géographie tropicale (IGT), Université Félix Houphouët-Boigny (Côte d'Ivoire).
- Pr Komi Selom KLASSOU (Hydro climatologie et gestion des ressources en eau), Professeur titulaire, Université de Lomé (Togo).
- Pr. Della André ALLA, Docteur d'État en géographie, Professeur titulaire à l'Institut de géographie tropicale (IGT) de l'Université Felix Houphouët-Boigny, (Cote d'Ivoire)
- Dr. Ibrahima MBAYE (géographe), Maître de Conférences, Université Assane SECK, Ziguinchor (Sénégal)
- Dr. Moussa dit Martin TESSOUGUE, Maître de conférences de Géographie (CAMES), Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, (Mali)
- Dr Nadège COMPAORE (Géographe), Maître de conférences de Géographie (CAMES), Université Norbert Zongo, (Burkina Faso)
- Dr. Cheikh FAYE, Maître de Conférences-CAMES, Hydrologie, GIRE, Changement climatique, Université Assane SECK, Ziguinchor (Sénégal)

2. Notes et recommandations aux auteurs

La Revue de Géographie du Laboratoire Leïdi « Dynamiques des territoires et développement » (DTD) est fondée en 2000. Elle est éditée par l'Unité de Formation et de Recherche (UFR) de Lettres et Sciences Humaines (LSH) de l'Université Gaston Berger (UGB) de Saint-Louis. La RGLL est un espace de diffusion 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 38^e session des consultations des CCI, tenue à Bamako du 11 au 20 juillet 2016). Les contributeurs doivent s'y conformer.



Revue de géographie du laboratoire Leïdi ISSN 0851-2515

« Dynamiques des territoires et développement »

Université Gaston Berger. BP 234 Saint-Louis du Sénégal

Courriel : revuedegeographieugb@gmail.com

2.1. Les manuscrits

Un projet de texte soumis à évaluation, doit comporter un titre (Times New Romans, taille 12, Lettres capitales, Gras), la signature (Prénom(s) et NOM (s) de l'auteur ou des auteurs, l'institution d'attache), l'adresse électronique de (des) auteur(s), le résumé en français (250 mots), les mots-clés (keywords) au nombre de 5, le résumé en anglais (abstract). Le résumé synthétise la problématique, la méthodologie et les principaux résultats.

Le manuscrit doit respecter la structuration habituelle du texte scientifique : Introduction (Problématique ; Hypothèse compris); Approche (Méthodologie) ; Résultats ; Analyse des Résultats ; Discussion ; Conclusion ; Références bibliographiques (s'il s'agit d'une recherche expérimentale ou empirique).

Les notes infrapaginales, numérotées en chiffres arabes, sont rédigées en taille 10 (Times New Roman). Réduire au maximum le nombre de notes infrapaginales. Écrire les noms scientifiques et les mots empruntés à d'autres langues que celle de l'article en italique (*Adansonia digitata*).

Le volume du projet d'article (texte à rédiger dans le logiciel Word, Times New Romans, taille 12, interligne 1.5) doit être de 30000 à 40 000 caractères (espaces compris).

Les titres des sections du texte doivent être numérotés de la façon suivante :

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)

2.2. 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).

3. Notes et références

3.1. 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.

3.2. 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 (B. A. SY. 2008, p. 18) ;
- Initiale (s) du Prénom ou des Prénoms et Nom de l'Auteur (année de publication, pages citées).

Exemples : En effet, le but poursuivi par M. ASCHER (1998, p. 223), est « d'élargir l'histoire des mathématiques de telle sorte qu'elle acquière une perspective multiculturelle et globale (...) »

- Pour dire plus amplement ce qu'est cette capacité de la société civile, qui dans son déploiement effectif, atteste qu'elle peut porter le développement et l'histoire, S. B. DIAGNE (1991, p. 2) écrit :

Qu'on ne s'y trompe pas : de toute manière, les populations ont toujours su opposer à la philosophie de l'encadrement et à son volontarisme leurs propres stratégies de contournements. Celles-là, par exemple, sont lisibles dans le dynamisme, ou à tout le moins, dans la créativité dont fait preuve ce que l'on désigne sous le nom de secteur informel et à qui il faudra donner l'appellation positive d'économie populaire.

Le philosophe ivoirien a raison, dans une certaine mesure, de lire, dans ce choc déstabilisateur, le processus du sous-développement. Ainsi qu'il le dit : Le processus du sous-développement résultant de ce choc est vécu concrètement par les populations concernées comme une crise globale : crise socio-économique (exploitation brutale, chômage permanent, exode



Revue de géographie du laboratoire Leïdi ISSN 0851-2515
« Dynamiques des territoires et développement »
Université Gaston Berger. BP 234 Saint-Louis du Sénégal
Courriel : revuedegeographieugb@gmail.com

accélééré et douloureux), mais aussi crise socioculturelle et de civilisation traduisant une impréparation socio-historique et une inadaptation des cultures et des comportements humains aux formes de vie imposées par les technologies étrangères. (S. DIAKITÉ, 1985, p. 105).

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

3.4. 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, Éditeur, 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 Éditeur, 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.).

3.5. Les références bibliographiques sont présentées par ordre alphabétique des noms d'auteur. Ne pas numéroter les références.

- ALISSOUTIN R. L., (2008), *Les défis du développement local au Sénégal*, CODESRIA, Dakar, 189 p
- ALOKO-N'GUESSAN J, DIALLO AMOTCHO H. K., (2010), *Villes et organisation de l'espace en Afrique*, Paris, Karthala, 221 p
- ANTHENAUME, B. et GIRAULT F (sous la direction), (2005), *Le territoire est mort- vive les territoires* IRD, Paris, 384 p.
- BOCQUER P. et TRAORÉ S., (2000), *Urbanisation et dynamique migratoire en Afrique de l'Ouest. La croissance urbaine en panne*, Harmattan villes et entreprises, Paris, 148 p.
- DIAKHATÉ M. M., (2011), *L'Aménagement du territoire au Sénégal : Principes, pratiques et devoirs pour le XXI^e siècle*, NEA, Paris, 230 p.
- IGUÉ J., (1983), « L'officiel, le parallèle et le clandestin : commerce et intégration en Afrique de l'Ouest », in *politique Africaine*, n°9, Karthala, p 29-51.
- KASSI I., (2010), « Espaces publics : enjeux sociaux d'appropriation de l'espace urbain à Abidjan », in *Villes et organisation de l'espace en Afrique* pp 135-147
- PIERMAY J. et SARR C., (2007), *La ville Sénégalaise une invention aux frontières du monde*, Paris, Karthala, 243 p
- SECK A., (1965), « Les escales du fleuve Sénégal, in *Revue de géographie de l'Afrique Occidentale* », N° 1-2, p 71-118.
- WADE C. S., (2014), *Croissance urbaine, dynamique territoriale et gouvernance de la ville de Saint-Louis et de sa périphérie, la commune de Gandon*, Doctorat d'Etat de géographie, Université Gaston Berger de Saint-Louis, 448 p.

4. Nota bene

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

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

4.3. Pour la pagination des articles et chapitres d'ouvrage, écrire p. 2-45.

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

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

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

4.6. Plan : Introduction (Problématique, Hypothèse), Méthodologie (Approche), Résultats, Analyse des résultats, Discussion, Conclusion, Références Bibliographiques



Revue de géographie du laboratoire Leïdi ISSN 0851-2515

« **Dynamiques des territoires et développement** »

Université Gaston Berger. BP 234 Saint-Louis du Sénégal

Courriel : revuedegeographieugb@gmail.com

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 comporter un bon croquis de localisation du secteur de l'étude, etc.

Outils et méthodes (Méthodologie), 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. Les auteurs sont entièrement responsables du contenu de leurs contributions.

5. Conditions de publication

La Revue de Géographie du Laboratoire Leïdi reçoit en continu les contributions et paraît deux fois dans l'année : juillet et décembre. Les textes reçus sont soumis en double instruction e aveugle. Dans certains cas le recours à une troisième évaluation

est indispensable et nécessaire avant acceptation. L'ordre de publication dépend du dépôt du texte, du retour de l'instruction, de la prise en charge des corrections et du respect de la ligne éditoriale de la revue et de son acceptation par les réviseurs.

6. Frais d'instruction et de publication

Des frais d'instruction et de publication de 30.000 F.CFA (45Euros) non remboursables sont fixés et sont versés dès la notification de l'accusée de réception du projet d'article par le secrétariat de rédaction de la revue RGLL.



SOMMAIRE

L'extension spatio-temporelle des agro industries et ses impacts dans le delta du fleuve Sénégal	7
<i>Labaly TOURE, Fatim KANTE et Alimatou BA</i>	
Analyse des effets de la diversification culturale dans les aménagements hydroagricoles de la basse vallée du fleuve Sénégal sur l'intensification de la production rizicole ...	20
<i>Alpha BA</i>	
Caractérisation par télédétection de la dynamique et des changements dans l'occupation des terres dans le département de Tiassale (sud de la Côte d'Ivoire)	38
<i>Armand KANGAH</i>	
Evolution morphodynamique récente observée sur la brèche de Saint-Louis (Langue de Barbarie) entre 2019 et 2021	52
<i>Mar GAYE, Amadou Abou SY et Seydou Alassane SOW</i>	
Analyse du risque d'inondation fluviale par approche hiérarchique multicritère dans le bassin aménagé du fleuve Sassandra à Soubre (Côte d'Ivoire)	66
<i>Kouakou Fidele Constant KOUAME et Lionel Arnaud N'CHO</i>	
Gestion participative de la forêt communautaire de Makayop, département de Kounghoul, région de Kaffrine (Sénégal)	80
<i>Corinne Djugny KITIO, El Hadji SOW, Roger NGOUFO, Ousseynou FAYE et Boubou Aldiouma SY</i>	
Durabilité de l'attiéké originel ébrié face au défi de l'urbanisation	95
<i>Jocelyne YOBOUE, Akoua ADAYE et Andre Della ALLA</i>	
Djagble, ville nouvelle spontanée ? Analyse des déterminants d'une profonde mutation aux franges de la métropole du Togo	108
<i>Agbeyadzi KOSSI</i>	
La coproduction de services d'assainissement semi-collectifs dans les périphéries urbaines de Dakar : la circulation de dispositifs sociotechniques à fort ancrage local	124
<i>Momar DIONGUE</i>	
Analyse des disparités socio-spatiales de santé liées au paludisme dans la ville de Rufisque (Sénégal)	136
<i>Ibrahima SY, Djibril DIONE, Amadou BARRY, Birane CISSÉ, Aminata Niang DIENE, Mamadou THIARE et Dome TINE</i>	
Étude des déterminants de l'acceptabilité de la vaccination des jeunes filles âgées de 9 à 14 ans contre le virus du papillome humain (VPH) dans la région de Ziguinchor-Sénégal	150
<i>Ibrahima Demba DIONE, Youssouph TINE et Ibou GUEYE</i>	
Etude géographique de la perception du conflit dans le contexte Sénégal : une approche combinée entre géopolitique, aménagement et littérature.	163
<i>Mame Cheikh NGOM, Madior LY et Didier DESPONDS</i>	

ANALYSE DU RISQUE D'INONDATION FLUVIALE PAR APPROCHE HIERARCHIQUE MULTICRITERE DANS LE BASSIN AMENAGE DU FLEUVE SASSANDRA A SOUBRE (COTE D'IVOIRE)

Kouakou Fidele Constant KOUAME, Doctorant, Institut de Géographie Tropicale (IGT), Groupe de recherche « Gestion des risques naturels dans les territoires et les sociétés » (GRTS), Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan Côte d'Ivoire

Lionel Arnaud N'CHO, Docteur en géographie, Ministère de la Construction, du Logement et de l'Urbanisme

Résumé

L'exploitation du bassin fluvial du Sassandra à Soubré cumulé aux fortes précipitations occasionne chaque année des risques d'inondation dues aux crues saisonnières. L'objectif de cette étude est d'évaluer et de spatialiser le risque d'inondation fluviale, à travers des facteurs d'aléa et de vulnérabilité dans le bassin aménagé du fleuve Sassandra à l'exutoire de Soubré. Par la technique de modélisation hiérarchique multicritère de SAATY intégrée dans un système d'information géographique (SIG), la méthodologie adoptée s'est appuyée sur la revue documentaire, les données pluviométriques mensuelles de la station de Soubré et l'exploitation de sources géospatiales telles que les images satellitaires. Les résultats ont montré que le cumul des risques fort et très fort occupe 10% du bassin aménagé et les zones à risque moyen sont réparties sur environ 19%, contre 49% et 22% pour les zones à risque d'inondation faible et très faible. L'approche méthodologique employée a la capacité de servir de recommandation aux autorités administratives de la protection civile pour la cartographie des risques d'inondations multiples liées aux débordements des cours d'eau en Côte d'Ivoire.

Mots clés : *risque d'inondation fluviale, modélisation multicritère, bassin aménagé, Soubré*

ANALYSIS OF FLUVIAL FLOOD RISK USING A HIERARCHICAL MULTI-CRITERIA APPROACH IN THE MANAGED SASSANDRA RIVER WATERSHED AT SOUBRE (COTE D'IVOIRE)

Abstract

The exploitation of the Sassandra river basin in Soubré, combined with heavy rainfall, creates risks of flooding due to seasonal floods every year. The objective of this study is to assess and spatialize the risk of river flooding through hazard and vulnerability factors in the basin of the Sassandra river at the Soubré outlet. Through the SAATY multi-criteria hierarchical modeling technique integrated into a geographic information system (GIS), the methodology adopted was based on the documentary review, monthly rainfall data (1989-2019) from the Soubré station and the exploitation of geospatial sources such as satellite images. The results showed that the accumulation of high and very high risks occupies 10% of the developed basin and the areas with medium risk are scattered over approximately 19%, compared to 49% and 22% for the low and very low flood risk areas. The methodological approach used has the capacity to serve as a recommendation to administrative civil protection authorities for mapping the risks of multiple floods related to overflowing rivers in Côte d'Ivoire.

Keywords: *river flood risk, multi-criteria modeling, managed watershed, Soubré*

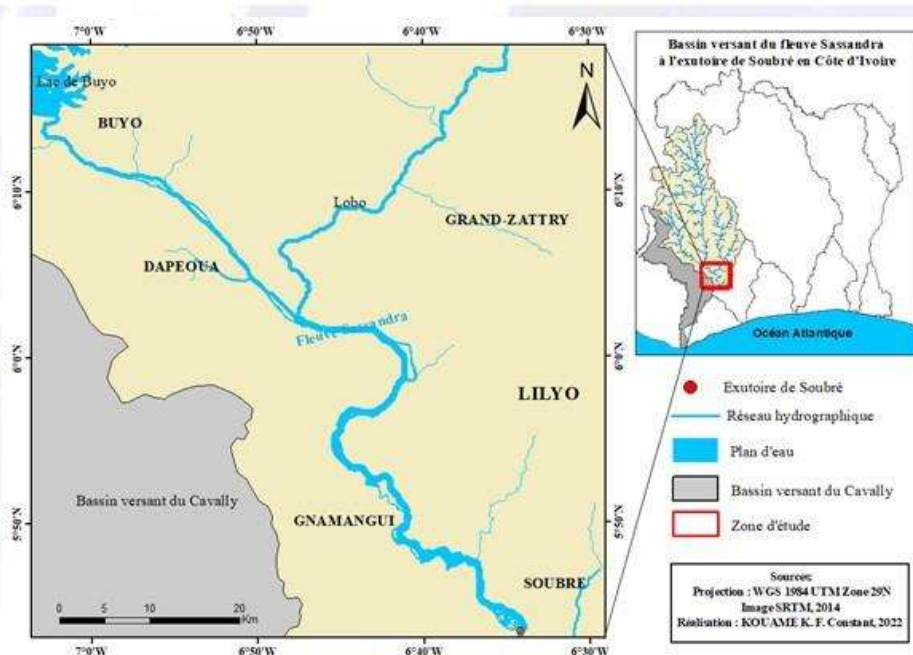
Introduction

La Côte d'Ivoire n'échappe pas aux impacts du changement climatique. De sorte que l'ensemble de son système hydrologique et pluviométrique subit de façon imprévisible les conséquences induites par les effets de la variabilité du climat (V. M. SOROKOBY, 2013 ; p.288 ; K. K. MARTIN, 2018, p.135 ; A. M. KOUASSI et *al.*, 2010, p.3). A titre d'illustration, en octobre-novembre 2010 et en 2011, la crue de la Bia, fleuve transfrontalier (Côte d'Ivoire-Ghana) a occasionné des inondations dont l'ampleur a été telle qu'elles ont provoqué des destructions de plantations, de constructions et entraîné des pertes en vies humaines à l'aval des barrages hydroélectriques d'Ayamé (N. H. MELEDJE et *al.*, 2015, p.187 ; L. A. N'CHO 2022, p.127-129). De même, en septembre 2018, le fleuve Bandama est sorti de son lit pour inonder plusieurs localités riveraines dont des quartiers des villes de Bouaflé et Zuénoula. En septembre 2019, une crue du fleuve Sassandra, dans la zone du barrage de Soubré, a contraint les autorités régionales et CI-ENERGIES à produire un communiqué d'alerte et de vigilance sur le risque d'inondation. Ainsi, 45 000 personnes sont touchées par les inondations chaque année pendant les saisons de pluie en Côte d'Ivoire (CIMA Research Foundation, 2021, p.16). Pourtant, ces fleuves offrent des potentialités de développement d'infrastructures liées à l'eau. C'est le cas du bassin versant du Sassandra à l'exutoire de Soubré, dans le Sud-ouest de la Côte d'Ivoire. Cette partie du bassin versant est au cœur d'importants aménagements, avec les barrages de Buyo et de Soubré mis en service en 1980 et 2018 et le barrage de Gribo-Popoli en construction depuis 2018. Ainsi, les fréquentes crues imprévues du Sassandra dues aux fortes précipitations, combinées aux effets des aménagements hydroélectriques, entraînent des inondations dans la zone aménagée du bassin du Sassandra. Ces aléas hydrométéorologiques causent de nombreuses perturbations, notamment des pertes en vies humaines, des destructions de cultures et des dégâts environnementaux. C'est pour évaluer le risque d'inondation fluviale dans le bassin versant aménagé du fleuve Sassandra à l'exutoire de Soubré, que cette étude est menée.

Présentation du milieu d'étude

La zone aménagée du bassin qui fait l'objet de cette étude est une section du bassin versant du fleuve Sassandra à l'exutoire de Soubré. Le bassin-versant du fleuve Sassandra s'étend du Nord au Sud dans l'Ouest de la Côte d'Ivoire, entre les coordonnées 9°45' et 4°55' de latitude Nord et entre les 8°45' et 5°45' de longitude Ouest (carte 1).

Carte 1 : localisation du bassin versant aménagé du Sassandra à l'exutoire de Soubré



Source : SRTM, 2014 ; Réalisation : KOUAME K. F. Constant, 2022

Les conditions climatiques spécifiques et la présence d'un relief élevé au Nord-ouest du bassin lui confèrent un réseau hydrographique dense (CAMUS, 1969, p.5). Ainsi le bassin aménagé à l'exutoire de Soubré est caractérisé par un régime subéquatorial où la première saison des pluies est observée de mars à juin, suivie d'un ralentissement entre juillet et août et enfin d'une seconde saison des pluies de septembre à octobre (CAMUS, 1969, p.13). La saison sèche, entre novembre et février, est assez bien marquée. Dans cette partie du bassin (zone de Soubré), la pluviométrie annuelle oscille selon l'année et le lieu entre 1 500 mm et 1 600 mm, avec une moyenne annuelle de 1600 mm au poste pluviométrique de Soubré (CAMUS, 1969, p.14).

Approche méthodologique de l'étude

Données et matériels utilisés

Le risque d'inondation a été réalisé à travers l'exploitation des données suivantes : les hauteurs pluviométriques mensuelles de la période 1989-2019 émanant des services de la Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire Aéronautique et Météorologique (SODEXAM) ; les images des satellites OLI et TIRS Landsat 7/8, représentées par les scènes 197-055 et 198-056. Ces images téléchargées sur le site <https://earthexplorer.usgs.gov/> ont une résolution de 30 m x 30 m. Sur ce même site, une image Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de résolution 30 m a permis après traitement, de mettre en œuvre les dérivées topographiques du bassin versant. Enfin, le logiciel ArcGIS 10.8 a permis le traitement des images satellitaires et la confection des différentes cartes thématiques.

Méthode adoptée

Pour qualifier le risque et spatialiser les zones à risque d'inondation fluviale, la Méthode de Hiérarchie Multicritère (MHM) appelée aussi technique AHP (Analytic Hierarchy Process) de T. L. SAATY (2008, p.85-86) a été préférée. Le choix de l'approche de l'AHP se justifie par sa capacité à élaborer un modèle composé d'une hiérarchie de critères dans le but d'évaluer des

alternatives considérées pour l'atteinte d'un objectif donné (R. RIVEST, 2019, p.17). C'est donc une méthode d'aide à la décision dont l'efficacité n'est plus à démontrer. La méthode d'application a été employée et expliquée dans de nombreux travaux de recherche dont ceux de V. M. SOROKOBY (2013, p.89-94) ; Y. A. BERTHE *et al.* (2016, p.860-861) ; S. DAS (2018, p.7), K. M. TRAORE (2016, p.84-88) ; C. FAYE *et al.* (2021, p.46) ; K. KOUASSI *et al.* (2021, p.32) et A. E. EBA *et al.* (2021, p.282) pour ne citer que ceux-ci. Pour cette étude, nous la résumons aux trois (3) grandes étapes suivantes : choix des critères et structuration des facteurs intrinsèques intervenant dans le phénomène étudié (i) ; pondération des différents critères selon leur importance relative ou degré d'influence (ii) ; agrégation et validation de la carte de pertinence finale (carte des risques d'inondation) (iii).

Choix et classification des critères d'analyse du risque d'inondation

Les facteurs ou critères intervenant dans la manifestation des inondations n'ont pas tous la même importance. Huit (8) facteurs de survenance du risque d'inondation fluviale avec une susceptibilité avérée sont définis. Ils ont été classés en facteurs d'aléa et de vulnérabilité. Les aléas sont portés sur l'intensité pluviométrique de la période 1989 - 2019, l'accumulation des débits du fleuve et l'occupation du sol de l'année 2020. Quant aux facteurs de vulnérabilité identifiés, il y a la pente, l'altitude du relief, la densité du réseau de drainage, la distance au réseau de drainage et la fracturation géologique. Ces paramètres sont tous considérés comme pertinents car utilisés dans des études similaires pour l'analyse du risque d'inondation fluviale dans un bassin versant (O. PATRIKAKI, 2018, p.8 ; DAS, 2018, p.9 ; C. FAYE *et al.*, 2021, p.46 ; K. D. KOUASSI, 2021, p.32).

Pondération des facteurs de risque d'inondation fluviale

L'application de la méthode AHP permet de pondérer chaque critère de décision à travers la technique de comparaison par paire. Après identification et le choix des critères d'analyse (tableau 1), l'étape suivante est celle de la pondération des facteurs.

Tableau 1 : Matrice de comparaison par paire des différents facteurs de risque d'inondation

Facteurs/Critères	Intensité des précipitations	Accumulation des débits	Réseau de drainage	Distance au réseau de drainage	Pente	Densité de fracturation	Altitude	Occupation du sol	Poids du critère
Intensité des précipitations	1	3	1	2	3	5	3	3	3,00
Accumulation des débits	1/3	1	1/3	1/3	1/3	1/2	1/2	1/3	0,52
Réseau de drainage	1	3	1	3	3	3	3	3	2,86
Distance au réseau de drainage	1/2	3	1/3	1	2	2	1	3	1,83
Pente	1/3	3	1/2	1/3	1	2	1	3	1,60
Densité de fracturation	1/5	2	1/3	1/2	1/2	1	3	2	1,36
Altitude	1/3	2	1/3	1	1	1/3	1	4	1,43
Occupation du sol	1/3	3	1/3	1/3	1/3	1/3	1/3	1	0,86
Somme	4,03	20,00	4,17	8,50	11,17	14,17	12,83	19,33	13,46

Source : nos traitements de données, 2021

Il s'agit de calculer les poids relatifs de chaque facteur/critère à partir d'une matrice de comparaison par paire et de comparer l'importance relative de tous les facteurs retenus pris deux à deux pour configurer une matrice carrée réciproque. (SAATY, 1977, p.246).

Cette méthode permet de produire des coefficients de pondération standardisés dont la somme est égale à "1".

Normalisation de la matrice et établissement des vecteurs de priorité

Cette étape permet de déterminer la valeur propre de chaque facteur. Pour ce faire, la somme de chaque colonne est calculée et chaque valeur d'appréciation d'une colonne ; c'est-à-dire chacune des entrées ou cases de la matrice est divisée par la somme de cette colonne. Cette opération donne la valeur propre ou poids (p) des différents facteurs (tableau 2). Il s'obtient à partir de la matrice de comparaison par paire.

Tableau 2 : Normalisation de la matrice et vecteur propre

Facteurs/Critères	Intensité des précipitations	Accumulation des débits	Réseau de drainage	Distance au réseau de drainage	Pente	Géologie	Altitude	Occupation du sol	Poids relatif du critère	Somme des poids (ou valeurs relatives)
Intensité des précipitations	0,248	0,150	0,240	0,235	0,269	0,353	0,234	0,155	0,24	1,88
Accumulation des débits	0,083	0,050	0,080	0,039	0,030	0,035	0,039	0,017	0,05	0,37
Réseau de drainage	0,248	0,150	0,240	0,353	0,269	0,212	0,234	0,155	0,23	1,86
Distance au réseau de drainage	0,124	0,150	0,080	0,118	0,179	0,141	0,078	0,155	0,13	1,02
Pente	0,083	0,150	0,120	0,039	0,090	0,141	0,078	0,155	0,11	0,86
Géologie	0,050	0,100	0,080	0,059	0,045	0,071	0,234	0,103	0,09	0,74
Altitude	0,083	0,100	0,080	0,118	0,090	0,024	0,078	0,207	0,10	0,78
Occupation du sol	0,083	0,150	0,080	0,039	0,030	0,024	0,026	0,052	0,06	0,48
Somme	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	8,00

Source : nos traitements de données, 2021

Vérification de la cohérence du jugement

Il s'agit de vérifier la logique des données obtenues par un test de cohérence. A cet effet, T. L. SAATY (1977, p.251) propose de déterminer l'Indice de Cohérence (IC) et le Ratio de Cohérence (RC). La valeur de RC est inférieure à 0,1 soit 10 % lorsque les critères à comparer sont inférieurs à neuf (9) (A. GUILLERMO et al, 2000, p.49). Plusieurs travaux de recherches, dont ceux de K. M. TRAORE (2016, p.87-88) et A. E. L. EBA et al., (2021, p.290-291) ont clairement abordé le processus de calcul de ces deux paramètres (IC et RC) dont les formules sont :

$$IC = \frac{\lambda - \text{nombre de colonne}}{\text{nombre de colonne} - 1} \quad \text{et} \quad RC = \frac{IC}{IA}$$

Avec : λ : $\lambda = \sum D / n$, n le nombre de critères ou facteurs et D la moyenne des vecteurs de priorité et IA : l'Indice Aléatoire,

Avec huit (8) facteurs à comparer, l'IA est égale à 1,41 selon SAATY. Le ratio de cohérence étant inférieur à 10 %, il ressort que le processus de pondération des différents facteurs de risque d'inondation fluviale dans cette étude a suivi une logique cohérente (tableau 4).

Tableau 4 : Ratio de cohérence

Indice Aléatoire (IA)	Lamda max	Indice de Cohérence (IC)	Ratio de Cohérence (RC)
1,41	8,3376	0,0482	0,08 (C≤0,10)

Source : nos traitements de données, 2021

Agrégation des facteurs ou critères

Cette étape consiste en la sommation des valeurs normalisées et pondérées de chaque facteur ou critère intervenant dans le phénomène étudié. C'est-à-dire, qu'elle consiste à multiplier chaque facteur par son coefficient de pondération respectif et ensuite additionner ces résultats selon la formule suivante : $S = \sum_{i=1}^n WiXi$ Avec : S le résultat final, Wi le poids du facteur ou critère i ; Xi la valeur standardisée ou normalisée du facteur i . On obtient ce qui suit :

Carte du risque d'inondation fluviale = 0,24*(IP) + 0,05*(AF) + 0,06*(OS) + 0,23*(RD) + 0,13*(DRD) + 0,11*(P) + 0,09*(DF) + 0,10*(A).

Avec IP : Intensité Pluviométrique ; AF : Accumulation des débits (Flow Accumulation) ; OS : Occupation du Sol ; RD : Réseau de Drainage ; DRD : Distance au Réseau de Drainage ; P : Pente ; DF : Densité de Fracturation et A : Altitude du relief ;

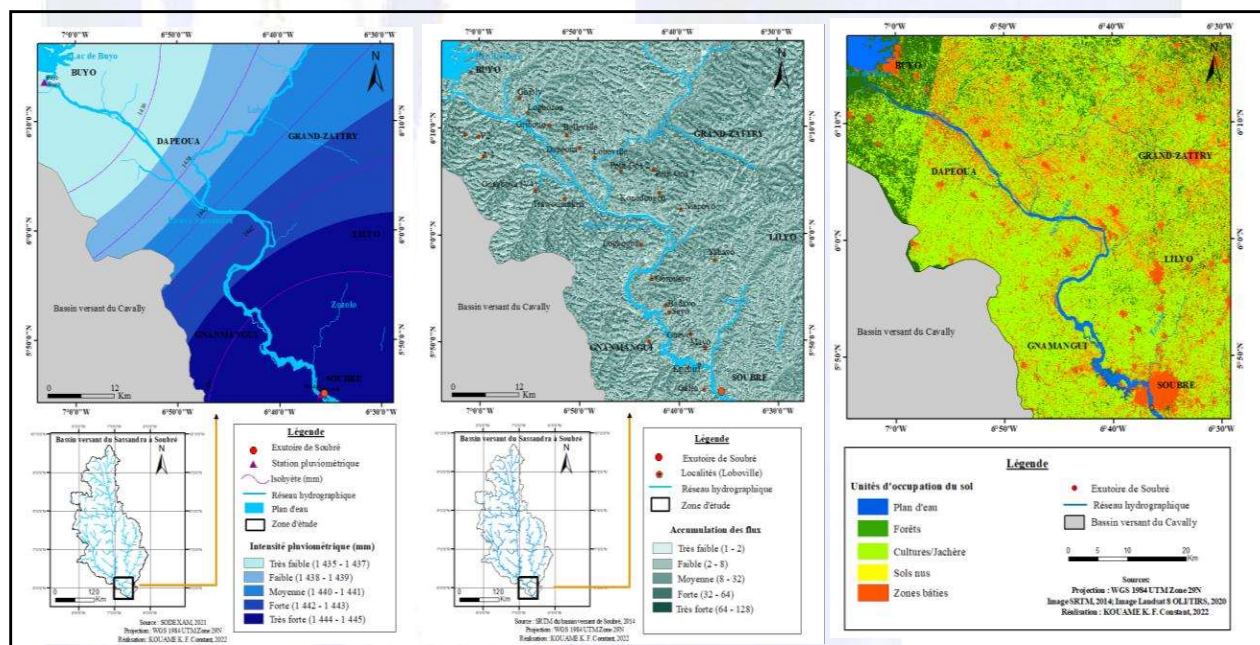
Résultats et discussions

L'analyse du risque d'inondation fluviale s'est faite à travers les différents facteurs d'aléas et de vulnérabilité identifiés.

Facteurs d'aléas générateurs des crues et inondations

Le Sud-ouest de la Côte d'Ivoire est sous l'influence de fortes pluies qui tombent dans la région du bassin aménagé de Soubré chaque année avec des précipitations annuelles avoisinant les 1600 mm. L'analyse du champ de pluie sur la période 1989-2019 montre que les hauteurs pluviométriques annuelles dépassent les 1400 mm au niveau des postes de Buyo (carte 2a). Ce qui constitue de forte intensité répartie sur tout le territoire du bassin. Ces hauteurs de pluies croissent dans l'ensemble des zones Est et Nord-est des zones de Buyo vers le Sud à l'exutoire du bassin du fleuve Sassandra sur le littoral ivoirien. En ce qui concerne le ruissellement, le fleuve Sassandra est alimenté par de nombreux affluents (Lobo, Hana, Zozolo) de niveau inférieur contribuant à l'accumulation des flux de débits dans le bassin. Des valeurs élevées de débits accumulés indiquent les cellules dans lesquelles l'eau qui s'écoule a tendance à se concentrer comme le présente la carte 2b. Ces zones sont concentrées autour des cours d'eau avec des classes de valeurs très fortes (64 -128) et forte (32 - 64). Concernant le facteur occupation du sol, les cours d'eau occupent 1% du bassin (carte 2c). Ensuite, les zones bâties (21%) à un niveau élevé et les sols nus moyennement avec 8%. Enfin, la végétation caractérisée par la forêt et les cultures/jachères représentent un cumul total de 70% de l'occupation du bassin.

Carte 2 : (a) intensité pluviométrique ; (b) Accumulation des flux de débits ; (c) Occupation du sol



Facteurs de vulnérabilité à l'inondation fluviale dans le bassin aménagé de Soubré

Topographie et influence des pentes sur l'écoulement des eaux fluviales

Les dérivés du relief sont un facteur passif des inondations et sans doute le plus important après la pluviométrie. L'analyse des niveaux de pentes a permis d'adopter cinq (5) classes de valeurs (carte 3a). Ce sont les pentes de niveau très faible (0 - 4%), faible (4 - 7%), moyen (7 - 11%), fort (11-18%) et très fort (18 - 60%). Les secteurs à pentes très faibles (0 à 4%) sont propices à l'étalement des eaux fluviales en cas de crues. Au niveau du relief, les altitudes varient entre 50 m et 370 m (carte 3b). L'altitude de la topographie décroît à l'approche du fleuve Sassandra et ses affluents.

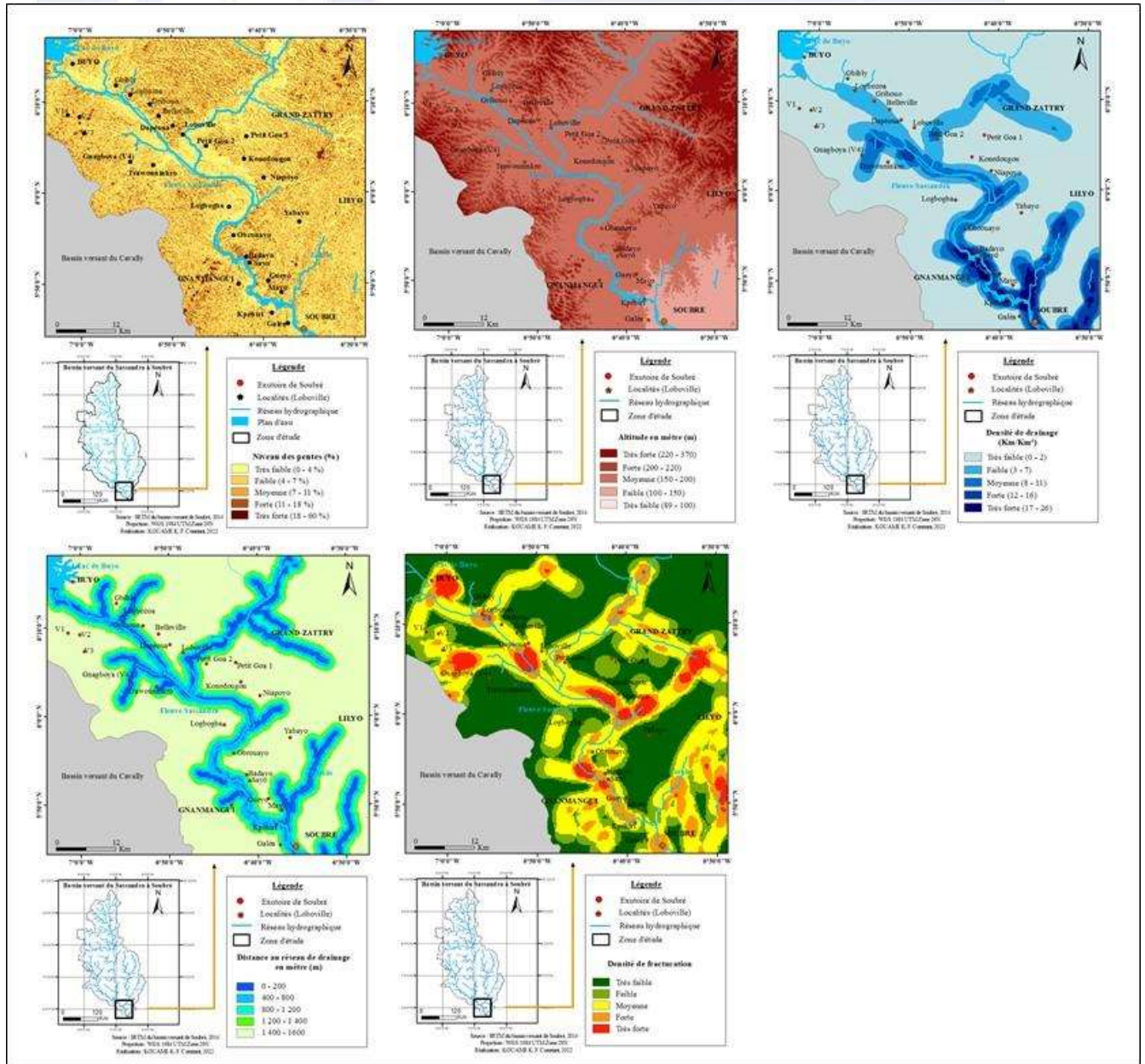
Réseau de drainage, déterminant de l'occurrence des inondations fluviales

La dissection du relief du bassin versant aménagé de Soubré présente une zone assez densément drainée, du fait de la présence de nombreux cours d'eau et affluents non moins importants comme le Lobo vers Buyo ou le Zozolo à l'exutoire à Soubré. La densité du drainage oscille entre 12 et 26 km/km² (carte 3c). Les zones plus proches du réseau fluvial ou des cours d'eau secondaires sont les lieux spécifiques où l'occurrence des crues se concentre (carte 3d). Dès lors, les enjeux proches du cours du réseau de drainage sont plus vulnérables à l'inondation fluviale ou par débordement des eaux que les zones éloignées.

Géologie (fracturation) du bassin aménagé de Soubré

La porosité et la perméabilité dépendent des caractéristiques lithologiques d'une zone. Cinq (5) classes de facturation ont été définies (carte 3e). Les zones de Buyo, Dapéoua et en partie Soubré présentent une forte densité de fracturation favorable à l'infiltration de l'eau et une action beaucoup plus marquée.

Carte 3 : Facteurs de vulnérabilité à l'inondation ((a) pente ; (b) altitude ; (c) densité du drainage ; (d) distance par rapport au réseau de drainage ; (e) densité de fracturation



Risque d'inondation fluviale dans le bassin versant du fleuve Sassandra à l'exutoire de Soubré

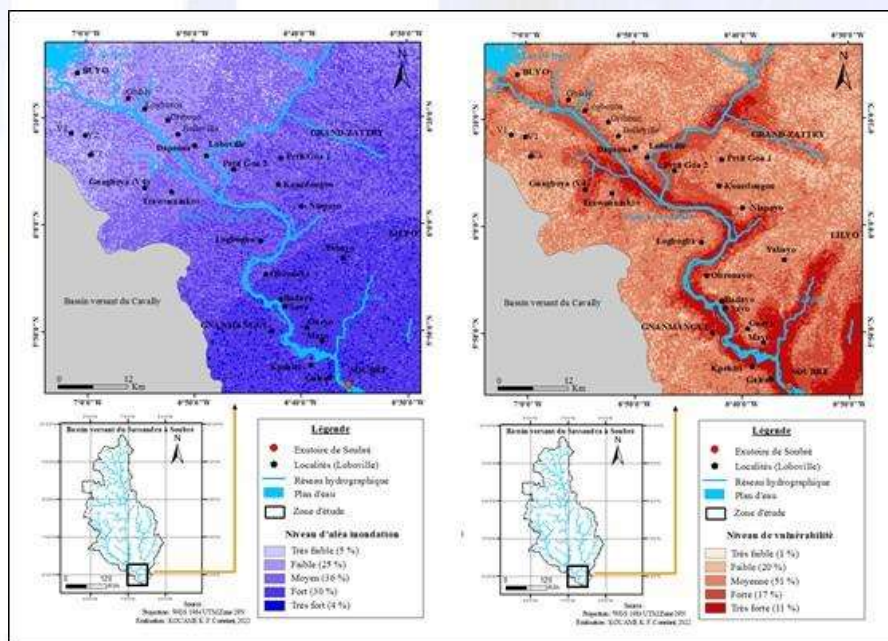
Facteurs d'aléa et de vulnérabilité manifestes à l'inondation fluviale

L'analyse de la figure (carte 4a) montre que l'aléa inondation est moyennement élevé au niveau général avec 36% de l'espace du bassin aménagé. Le cumul des aléas de niveaux fort et très fort donne une occupation de 34% du territoire du bassin aménagé. La susceptibilité de ces aléas de niveau élevé se manifeste dans la grande exutoire Sud du bassin où le cumul pluviométrique interannuel dépasse largement les 1400 mm sur la période 1989 - 2019. C'est la zone de l'exutoire autour de Soubré et localités environnantes comme Kpehiri, Gnamangui, Galéa, Sayo., etc. Quant au reste du bassin aménagé, il est occupé respectivement par les aléas

de niveau faible (25%) et très faible (4%) situés dans la partie nord du bassin avec la ville de Buyo.

Par ailleurs, la zone aménagée du bassin est couverte à 51% par une vulnérabilité moyenne et à 1 % par la vulnérabilité de niveau faible (carte 4b). Les classes à vulnérabilité forte et très forte occupent respectivement 17% et 11% de l'espace du bassin. Ces classes de vulnérabilité touchent les zones proches du cours d'eau autour d'une zone d'influence hydrographique de moins de 500 mètres. Il s'agit des zones de plaines autour de l'exutoire de Soubré, des localités de Dapéoua, Buyo, Loboville, Gnamangui, Sayo, et Badayo.

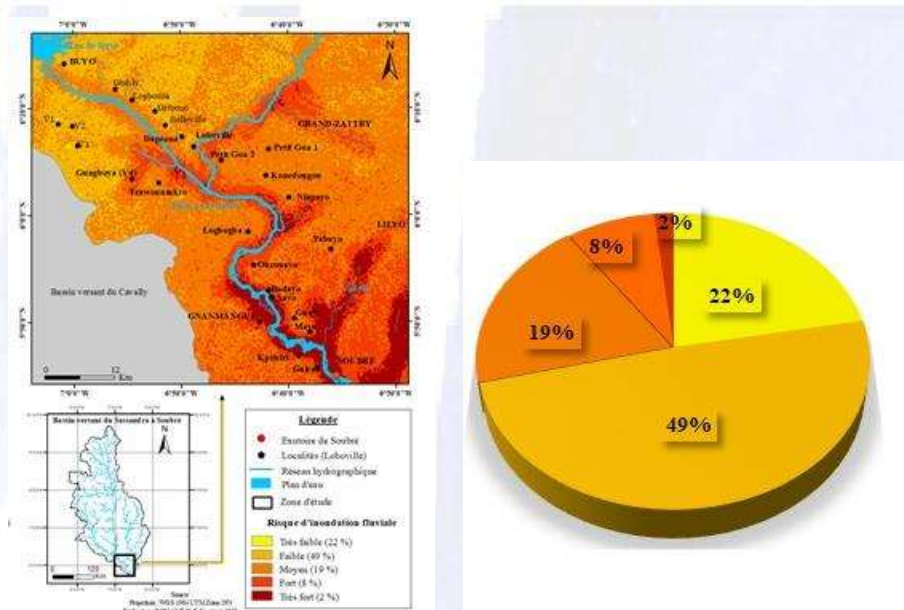
Carte 4 : (a) aléa inondation ; (b) Vulnérabilité à l'inondation



Risque d'inondation fluviale dans le bassin aménagé du Sassandra à Soubré

L'évaluation du risque d'inondation s'est faite par l'approche croisée des paramètres descripteurs de la vulnérabilité du bassin et des facteurs d'aléa à travers une classification à 5 niveaux. La carte 5 présente les niveaux de risque d'inondation fluviale dans la zone d'étude. Les niveaux de risque fort et très fort représentent respectivement 8 % et 2% du bassin aménagé. Ces niveaux de risque sont liés aux zones de pente faible allant de 0 à 7% dans l'ensemble. Ce niveau de risque épouse les zones de très forte vulnérabilité dans le bassin. Ils se manifestent dans les zones de Soubré à l'exutoire du bassin, les secteurs de Dapéoua, Petit Goa, Kpéhiri, Gnamangui, Loboville et environs. En plus, ces localités sont situées dans un espace d'influence à équidistance de moins de 500 mètres des cours d'eau. En ce qui a trait risque moyen, ils occupent 19% de la zone d'étude et sont situés au-delà de la zone d'influence première des cours d'eau, soit à environ plus 1000 mètres d'équidistance des rives. Le risque moyen est lié aux zones à vulnérabilité moyenne à l'intérieur du bassin aménagé. Quant au risque faible, il se manifeste sur près de la moitié du bassin soit 49% de la zone d'étude à travers les zones à pentes moyennes (11 à 18 %). Ce type de risque s'étale de la partie Centre au Nord du bassin aménagé.

Carte 5 : risque d'inondation fluviale



Discussion

La délimitation des zones potentiellement inondables constitue un des véritables outils de prévention des risques d'inondation, surtout ceux liés aux débordements des cours d'eau dans un contexte d'anthropisation accélérée d'un bassin versant fluvial. Selon les données EM-DAT (OMM, 2021, p.16), entre 1970 et 2019, les aléas météorologiques, climatiques et hydrologiques ont été à l'origine de 50% de toutes les catastrophes répertoriées dans le monde. Les inondations représentent pour l'Afrique sur cette même période 60% des catastrophes liées au temps, au climat et à l'eau le plus fréquent (OMM, 2021, p.22). En effet, de nombreux facteurs influencent la genèse des inondations. Dans le contexte de cette étude, les facteurs considérés sont l'intensité pluviométrique, l'accumulation des débits du fleuve, la pente et l'altitude du relief, le réseau de drainage et sa zone d'influence, les unités d'occupations du sol et les types de fractures géologiques du bassin. Plusieurs auteurs ont fait le choix de certains de ces facteurs du fait de leur pertinence dans leurs travaux d'évaluation des risques d'inondation à l'échelle des bassins versants ruraux ou urbanisés (K. D. KOUASSI et al., 2021, p.32 ; S. DAS, 2018, p.5-9 ; A. SUMATRA, 2018 p.3-5 ; A. E. L. EBA et al., 2021, p.7-9 ; H. KOUMASSI, 2014, p.132 ; B. V. H. N'GUESSAN et al., 2014, p.7). Certains paramètres définissent la vulnérabilité du bassin pendant que d'autres mettent en exergue l'aléa inondation. Par l'application de la méthode de hiérarchie multicritère (MHM) de T. L. SAATY (1977), combinée à un Système d'Information Géographique (SIG), la cartographie des zones à risque d'inondation est réalisée.

La littérature dénombre plusieurs méthodes d'études sur les risques d'inondation. En effet, le processus de hiérarchie analytique est une méthode très extensible et bien structurée qui a la capacité de déchiffrer des problèmes de décision complexes intégrant plusieurs (DAS, 2018, p.5-9). Elle définit l'importance des différents paramètres à intégrer dans l'évaluation du risque d'inondation. Ainsi, à partir de l'outil de calcul matriciel intégré dans le logiciel de SIG, les différents critères sont croisés. En fonction des valeurs obtenues, plusieurs cartes thématiques y compris la carte du risque d'inondation sont produites.

Les différents résultats permettent de mettre en exergue les zones à risque d'inondation sur la base de la classification d'intensité de risque allant souvent de faible à très fort. Pour cette étude, l'intensité des risques part du faible au fort. Le risque fort (ou élevé) s'est révélé dans les secteurs à pente faible représentés par les zones de plaine autour de l'exutoire de Soubré et le long du fleuve dans les secteurs de Buyo, Dapéoua et localités environnantes. Ce risque occupe environ 8% du bassin aménagé. Un résultat similaire a été mis en exergue par V. M. SOROKOBY (2013, p.142-143) dans le bassin versant de la rivière Débo, un affluent de la rive gauche du fleuve Sassandra. Les zones (Ottawa, Oupoyo, Grébouo, Tagbayo) de forte vulnérabilité à l'inondation étaient situées le long du parcours de cette rivière jusqu'à son embouchure avec le fleuve Sassandra. Également, V. H. N'GUESSAN BI et al., (2014, p.13) ont permis de révéler que 17% du territoire du département de Sinfra, soit 50% de la sous-préfecture de Kuetinfla dans le centre-ouest de la Côte d'Ivoire, présentaient un risque élevé d'inondation par débordement des eaux de la rivière Houda. Dans cette logique, C. FAYE et al. (2021, p.7) ont démontré que près de 40% du sous-bassin Niéri-Ko dans le bassin de la Gambie sont soumis à un risque d'inondation élevé à travers la méthode dénommée « FIGUSED-S ». En fait, la méthode FIGUSED-S utilisée est une variante de la méthode AHP qui obéit au même processus d'approche multicritère sur la base de l'importance de chaque critère intervenant dans la genèse du risque d'inondation fluviale. Elle a également été utilisée par plusieurs auteurs à travers le monde dont O. PATRIKAKI et al. (2018, p. 2) ; F. Z. ECHOGDALI et al.(2018, p.9) ; A. SUMATRA (2018, p.2). Cette méthode « FIGUSED-S » fait référence aux initiales des différents paramètres considérés ((*F*), *rainfall intensity* (*I*), *geology* (*G*), *land use* (*U*), *slope* (*S*), *and elevation* (*E*)). Elle aboutit donc à l'évaluation du risque d'inondation fluviale à travers l'indice de risque d'inondation (FHI – Flood Hazard Index) (R. C. WIBOW et al., 2020, p.2 ; C. FAYE et al., 2021, p.11 ; F. Z. ECHOGDALI et al., 2018, p.9). Utilisant également la même méthode d'origine, à savoir l'analyse multicritère K. D. KOUASSI et al. (2021, p.4-5) ont pu montrer que les inondations dans la commune d'Abobo sont liées de manière générale à la configuration du relief, notamment les zones d'accumulation des eaux d'écoulement que sont les cuvettes et les vallées.

L'emploi multiple de la méthode d'analyse multicritère couplée au SIG pour l'étude des risques d'inondation à l'échelle des bassins versant révèle la pertinence de la méthode, mais aussi des facteurs d'aléas et de vulnérabilité considérés.

Enfin, la connaissance et la maîtrise de ces zones inondables permettent la mise en place d'outils cartographiques de prévention en vue des dispositifs d'anticipation des risques d'inondation. Ce qui permet de réduire la vulnérabilité des populations riveraines des cours d'eau comme dans le bassin versant aménagé du fleuve Sassandra à Soubré.

Conclusion

La spatialisation des zones inondables et des différents niveaux de risque associés permet de prendre des mesures proactives à l'échelle du bassin versant afin de prévenir les risques d'inondation fluviale. Cela permet également d'identifier les biens et les personnes vulnérables à ce genre d'évènements. La méthodologie utilisée a identifié les différents facteurs de vulnérabilité et d'aléas intervenant dans la genèse des inondations fluviales. Elle implique la combinaison des facteurs d'aléa et de vulnérabilité considérés dans un SIG à référence spatiale. Les secteurs à risque fort et très fort occupent respectivement 8% et 2% du bassin aménagé et

les zones à risque moyen sont dispersées sur environ 27% du bassin aménagé. Le niveau de risque fort est lié aux zones de pente de 0 à 7% à très forte vulnérabilité (51%) s'étalant aux abords des cours d'eau et affluents du Sassandra à travers le bassin aménagé. L'approche méthodologique employée dans cette étude a la capacité de servir de recommandation pour la gestion des inondations à l'échelle des bassins fluviaux ivoiriens très anthropisés et confrontés aux inondations fluviales chaque année. Toutefois, les résultats de cette étude pourraient être améliorés ou différents en intégrant d'autres critères tels que la densité de population ou même la couverture végétale. Egalement d'autres perspectives d'approche de la problématique par l'intelligence artificielle (AI) à l'instar du modèle proposé par CHAPI en Inde est à exploiter.

Références bibliographiques

- BERTHE A. Y., GOULA B. T., ALIOUNE K, MANGOUA J. M. et KOUAME A. K., (2016) *Cartographie du potentiel en eau souterraine du bassin versant de la Lobo (Centre-Ouest, Côte d'Ivoire) : approche par analyse multicritère*, Hydrological Sciences Journal, 61 :5, pp.856-867
- CAMUS H. (1969). *Hydrologie du bassin du Sassandra (Note préliminaire)*, Côte d'Ivoire : Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Centre d'Adiopodoumé d'Abidjan, volume N°5/69, 79p.
- CIMA Research Foundation, (2018), *Profil de Risque de Catastrophe en Côte d'Ivoire*, 24p
- DAS S., (2018), *Geographic information system and AHP based flood hazard zonation of Vaitarna basin, Maharashtra, India*. Arabian Journal of Geosciences (2018) 11 : n°576, 13p
- EBA A. E. L., AKE G. E., GOUADOU D. F. et JOURDA J., (2021), *Evaluation de la vulnérabilité à l'inondation des communes à proximité des grandes villes ouest africaines : Cas de la commune de Bingerville (Est d'Abidjan - Côte d'Ivoire)*. European Scientific Journal, ESJ, 17(14), pp277-299
- FAYE A., LEJEUNE Q., SYLLA M. B., NEYA O., THEOKRITOFF E., D'HAEN S., (2019), *Points clés pour l'Afrique de l'Ouest du rapport spécial du GIEC sur le changement climatique et les terres*. 21p
- FAYE CHEIKH, SIDY DIEYE, BOUBACAR SOLLY, ABABACAR FALL, (2021), *Cartographie des risques d'inondation à l'échelle du bassin fluvial à l'aide de l'indice de potentiel d'inondation : Cas du sous-bassin du Niéri-Ko (Bassin de la Gambie)*., Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement Open Access Volume (VI) - Numéro 1 – Avril 2021
- FOTTSOH F. A., (2013), *Conditions de vie des cacaoculteurs, mode de possession des terres et types de culture : cas des cacaoculteurs de Soubré et Gueyo*. Mémoire de stage, ENSEA-Abidjan, 122p
- GANÇARSKI P., (2013), « Classification d'images : cas de la télédétection – classification multistratégie. » ICube-CNRS - Université de Strasbourg. 37p.
- GIRARD M. C., (1995). Apport de l'interprétation visuelle des images satellitaires pour l'analyse spatiale des sols. Un exemple dans la région de Lodève. *Etude et Gestion des Sols 2, 1*, pp7-24

- GIEC (2023), *Synthèse du sixième rapport de synthèse du GIEC-The Shifters*, Mars 2023. 17p.
- GUILLERMO A., MENDOZA et P. MACOUN (2000), « Application de l'analyse multicritère à l'évaluation des critères et indicateurs. » CIRAD, CIFOR, Montpellier- France, 79 p.
- KOUASSI K. M., KOUASSI K. L., YAO K. B., MELEDJE N. H., BIEMI J., LASME T., NATHALIE R., (2018), *Variabilité des extrêmes pluviométriques sur le bassin versant de la rivière Bia (Sud-Est, Côte d'Ivoire)*, European Scientific Journal January 2018 edition Vol.14, No.2, pp 134-147
- KOUASSI, K. D., KOUADIO B. H., ALLA D. A., SALEY M. B. et DIABY H. A., (2021) *Apport de la géomatique et de l'analyse multicritère pour l'évaluation et la prévention du risque dans la commune d'Abobo (Abidjan, Côte d'Ivoire)*, Revue Canadienne de Géographie Tropicale, Vol. 8 (1) :31-37, 7p
- KOUMASSI D. H., (2014), *Risques hydroclimatiques et vulnérabilités des écosystèmes dans le bassin versant de la Sota à l'exutoire de Coubéri*. Thèse de Doctorat Unique, Université d'Abomey-Calavi, 246p
- MELEDJE N. H., KOUASSI K. L., N'GO Y. A. et SAVANE I., (2015), « *Caractérisation des occurrences de sécheresse dans le bassin hydrologique de la Bia transfrontalier entre la Côte d'Ivoire et le Ghana : contribution des chaînes de Markov* » *Cah Agric* N° 3 volume 24, pp186-197
- N'CHO O. K. L. A., (2022), *Analyse du risque d'inondation en cas de rupture des barrages Ayamé 1 et 2 dans le département d'Aboisso (Sud-Est, Côte d'Ivoire)*, Thèse de Doctorat, Université Felix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan, 262p.
- N'GUESSAN B. V. H., SALEY M. B., WADE S., DJAGOUA E. V., KOUAME F. et AFFIAN K., (2014), *Cartographie du risque d'inondation par une approche couplée de la télédétection et des systèmes d'informations géographiques (SIG) dans le département de Sinfra (centre-ouest de la Côte d'Ivoire)*. European Scientific Journal January 2014 édition vol.10, N°2, pp170-191
- PATRIKAKI O., KAZAKIS N., KOUGIAS I., THOMAS PATSIALIS T., THEODOSSIOU N. et VOUDOURIS K., (2018), *Assessing Flood Hazard at River Basin Scale with an Index-Based Approach: The Case of Mouriki, Greece*, Géosciences, 2018, 8,50 13p
- ORGANISATION METEOROLOGIQUE MONDIALE, (2009), *Gestion intégrée des crues : document de fond*, Document technique APFM, Collection « Politiques de gestion des crues » (document OMM-N° 1047), Genève, OMM, juin 2009, 32p
- ORGANISATION METEOROLOGIQUE MONDIALE, (2021), *Atlas de la mortalité et des pertes économiques dues à des phénomènes météorologiques, climatiques et hydrologiques extrêmes (1970-2019)*, Document OMM-N° 1267, 2021, 90p
- RIVEST R., (2019), *Technique de simulation pour la recherche sur le perfectionnement de la méthode AHP*. Mémoire de maîtrise, HEC Montréal, 112P

SOROKOBY V. M., (2013), *Etude hydrologique et hydrogéologique de la région de Soubré (Sud-ouest de la Côte d'Ivoire) dans un contexte de variabilité climatique*. Thèse de Doctorat, Université de Cocody, Abidjan, 219p

SAATY T. L. (1977). *A scaling method for priorities in hierarchical structures*. Journal of Mathematical Psychology, 15, pp. 234-281.

TRAORE K. M., (2016), *Analyse des vulnérabilités de la ville côtière de San-Pédro (Sud-ouest de la Côte d'Ivoire)*. Thèse de Doctorat, Université Felix Houphouët-Boigny de Cocody-Abidjan, 356p

WIBOWO R.C., SARKOWI M., SETIAWAN A. F., YUDAMSON A. ASRAFIL, KURNIAWAN M., ARIFANTO I., (2020), *Flash Flood Hazard Areas Assessment in Bandar Negeri Suoh (BNS) Region using an Index Based Approaches and Analytical Hierarchy Process*, Journal of Physics: Conference Series 1434 (1): 012006, 8p

ZINE EL ABIDINE ROUKH Z. EL A. et NADJI A., (2018), *Cartographie de la susceptibilité aux inondations par la méthode de l'analyse multicritère et SIG : Cas de la wilaya d'Oran Nord-Ouest de l'Algérie*. Journal International Sciences et Technique de l'Eau et de l'Environnement : Volume III - Numéro 1 - Avril 2018, pp67-73