

GESTION TRANSFRONTALIÈRE DES RISQUES HYDROCLIMATIQUES EN AFRIQUE CENTRALE ET RENFORCEMENT DE LA RÉSILIENCE TERRITORIALE INTÉGRÉE PAR LA TÉLÉDÉTECTION ET LES SYSTÈMES D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE

Semingar NGARYAMNGAYE ¹, *Texila American University, Public Health Program, South America, Guyana*

Raoul DJIMTA ², *Université de N'Djamena, Département de Géographie, BP 1117 N'Djamena, Tchad*

Correspondant des auteurs : djimtara@gmail.com; semingar.ngaryamngaye@ceeac-eccas.org

Résumé

Ce travail de recherche examine les dynamiques de gestion transfrontalière des risques hydroclimatiques en Afrique centrale, en mettant l'accent sur l'apport de la télédétection et des systèmes d'information géographique (SIG) au renforcement de la résilience territoriale intégrée. Dans un contexte marqué par une variabilité climatique accrue et la fréquence des événements extrêmes, les bassins partagés de la région nécessitent des mécanismes de gouvernance coordonnés et fondés sur des données fiables et actualisées. L'étude analyse le rôle des institutions régionales telles que la Communauté Economique des Etats de l'Afrique Centrale (CEEAC), la Commission Internationale du Bassin du Congo (CICOS) et la Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) dans la structuration des réponses collectives face aux aléas hydroclimatiques. À partir d'une approche multicritère intégrée, l'article met en évidence comment les données satellitaires et les outils SIG permettent d'améliorer la surveillance hydrométéorologique, la modélisation des risques et la planification territoriale. Ces technologies facilitent la production d'indicateurs spatialisés, essentiels à l'élaboration de systèmes d'alerte précoce et à la prise de décision multi-échelle. En outre, leur intégration dans les dispositifs institutionnels favorise l'interopérabilité des acteurs et la diffusion rapide de l'information. Les résultats soulignent que l'articulation entre gouvernance régionale, innovations technologiques et participation locale constitue un levier déterminant pour réduire la vulnérabilité des territoires et renforcer leur capacité d'adaptation face aux changements hydroclimatiques.

Mots clés : *Risques hydroclimatiques, gestion transfrontalière, résilience territoriale, Télédétection et SIG.*

Cross-border management of hydroclimatic risks in central africa and strengthening integrated territorial resilience through remote sensing and geographic information systems

Abstract

This research examines the dynamics of cross-border management of hydroclimatic risks in Central Africa, with a focus on the role of remote sensing and geographic information systems (GIS) in strengthening integrated territorial resilience. In a context marked by increased climate variability and the frequency of extreme events, the region's shared river basins require coordinated governance mechanisms based on reliable and up-to-date data. The study analyzes the role of regional institutions such as the Economic Community of Central African States (ECCAS), the International Congo Basin Commission (CICOS), and the Lake Chad Basin Commission (LCBC) in structuring collective responses to hydroclimatic hazards. Using an integrated multi-criteria approach, the article highlights how satellite data and GIS tools can improve hydrometeorological monitoring, risk modeling, and spatial planning. These technologies facilitate the production of spatialized indicators, which are essential for developing early warning systems and making multi-scale decisions. Furthermore, their integration into institutional frameworks promotes interoperability among stakeholders and the rapid dissemination of information. The findings highlight that the interplay between regional governance, technological innovations, and local participation is a key driver for reducing the vulnerability of regions and strengthening their ability to adapt to hydroclimatic changes.

Keywords: *Hydroclimatic risks, transboundary management, territorial resilience, remote sensing and GIS*

Introduction

Depuis 1970, l'Afrique subsaharienne a connu plus de 2 000 catastrophes au cours de la dernière décennie. Les catastrophes les plus courantes en Afrique sub-saharienne sont d'origine hydrométéorologique telles que les inondations et les sécheresses ; néanmoins d'autres aléas tels que les cyclones, les tremblements de terre, les glissements de terrain, les volcans, l'érosion côtière et les épidémies ont aussi de graves conséquences sur la gestion durable des ressources en eau, la santé, la sécurité alimentaire, la productivité agricole, les moyens de subsistance et la gestion des risques budgétaires (A. Ceeac, 2021, p.7). Ces événements extrêmes liés à la pression démographique, à l'urbanisation non planifiée, à la perte de biodiversité, à la dégradation des sols et des écosystèmes, du changement climatique perturbent le fonctionnement normal des communautés, des États, des économies et des efforts de développement en général, compromettant gravement leurs chances d'atteindre les objectifs de développement durable. Les conflits persistants et la dégradation de l'environnement accroissent la vulnérabilité de centaines de millions de personnes sur tout le continent. En outre, une infrastructure inadéquate, des informations insuffisantes et des institutions faibles compliquent encore plus la gestion efficace des risques de l'aléa inondation en Afrique centrale. Les inondations figurent parmi les catastrophes naturelles les plus fréquentes et les plus dévastatrices en Afrique centrale, entraînant des pertes humaines, des dommages matériels considérables et des perturbations socio-économiques majeures (CRED, 2023, p.15–20). Dans ce contexte, la gestion efficace et coordonnée des inondations par télédétection et système d'information géographique constitue un enjeu stratégique pour le développement durable de la région (R. Djimta, 2024, p 13). Par ailleurs, les limites des approches traditionnelles de gestion des risques, souvent fragmentées et réactives, soulignent la nécessité d'adopter des méthodes plus intégrées, proactives et fondées sur des données fiables (UNDR., 2019, p. 120–125). C'est dans cette perspective que la télédétection et les Systèmes d'Information Géographique (SIG) apparaissent comme des outils incontournables. Ces technologies offrent des capacités avancées de surveillance, d'analyse spatiale et de modélisation, permettant une meilleure compréhension des dynamiques hydrologiques et une anticipation plus précise des zones à risque (Nasa, 2020, p. 10–18 ; Esa, 2021, p. 5–9). Malgré leur potentiel considérable, l'intégration de la télédétection et des systèmes d'information géographique (SIG) dans les politiques publiques et les dispositifs opérationnels demeure encore limitée, en raison de contraintes techniques, institutionnelles et financières (CEEAC, 2020, p. 55–60 ; BM, 2020, p. 33–38). Dès lors, la mise en place d'une gestion coordonnée des risques d'inondation, fondée sur la mutualisation des données, le renforcement des capacités et la coopération régionale, s'impose comme une priorité stratégique pour améliorer la résilience des territoires et des populations (ONU, 2015, p. 12–18 ; BAD, 2019, p. 25–30). Le présent article se propose d'examiner les apports de la télédétection et des SIG dans la gestion des risques d'inondation (R. Djimta, 2024, pp.71-72) dans le bassin versant du lac Tchad en Afrique centrale, tout en proposant des stratégies concrètes et un plan d'action structuré pour la période 2026–2030. Il vise à fournir un cadre opérationnel permettant aux décideurs, aux chercheurs et aux acteurs de terrain de renforcer la prévention, la préparation et la réponse aux inondations, dans une approche intégrée et durable.

1.1 Unité spatiale de l'étude

La Communauté Économique des États de l'Afrique centrale (CEEAC) compte une population estimée à plus de 218 millions d'habitants en 2026, répartie sur 11 pays membres. Cette région couvre une superficie de 6,67 millions de km² et inclut des pays comme la République Démocratique du Congo, le Cameroun, le Tchad, l'Angola et le Gabon. **Elle est aujourd'hui confrontée à d'énormes** aléas climatiques, **notamment** les inondations.. Les inondations et les risques liés aux eaux pluviales sont les catastrophes les plus fréquentes dans la région de la CEEAC, représentant plus de 70 % des catastrophes recensées. Entre 2019 et 2024, les inondations ont touché environ 9 millions de personnes, dont 7,3 millions rien qu'en 2024, et ont entraîné le déplacement de 1,7 million de

personnes (Ceeac, 2026, p.2). La croissance urbaine rapide accroît l'exposition aux inondations, et la population urbaine en Afrique centrale devrait dépasser les 220 millions d'habitants d'ici 2043. Sept (7) États membres de la CEEAC sont côtiers, ce qui rend leurs infrastructures et leurs communautés vulnérables aux ondes de tempête, à l'érosion côtière et à l'élévation du niveau de la mer. Les principaux systèmes fluviaux transfrontaliers sont le Congo, l'Oubangui, la Sangha, le Chari, le Logone et l'Ogooué qui accentuent les risques d'inondations au-delà des frontières nationales.

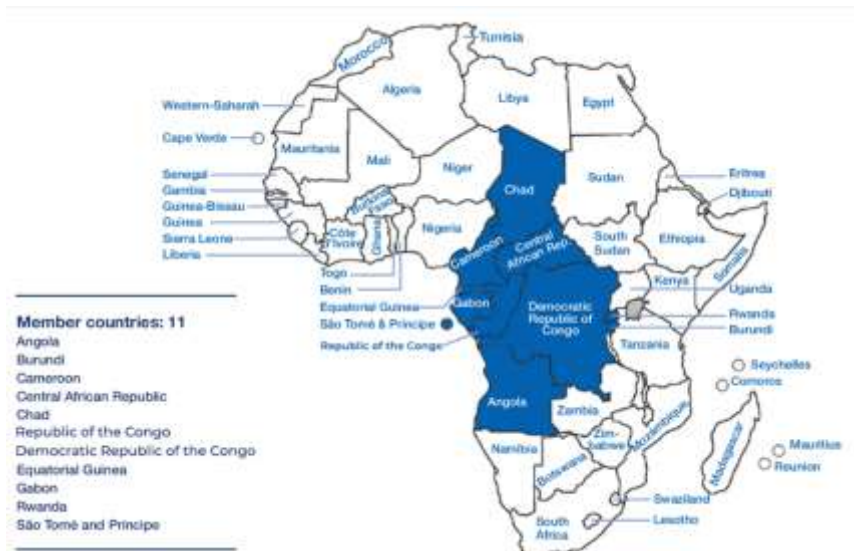


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude. Source CEEAC, 2026

2 Méthode et outils

2.1 L'approche méthodologique

La méthodologie adoptée dans cette recherche repose sur une approche intégrée combinant l'analyse documentaire, les consultations des parties prenantes impliquées dans la gestion des inondations et des eaux pluviales, ainsi que l'exploitation des outils de la géomatique avancée et des expertises de terrain. Elle s'appuie notamment sur l'utilisation d'images satellitaires Sentinel traitées via la plateforme Google Earth Engine, afin de réaliser une classification supervisée de l'occupation du sol. Cette approche intègre également une analyse multicritère permettant de pondérer les facteurs géophysiques et anthropiques en vue d'identifier avec précision les zones à risque d'inondation et proposer la gestion durable de cet aléa. Enfin, le recours à la classification supervisée et à la modélisation prospective, à l'aide de logiciels de SIG et de télédétection, a permis d'exploiter des images Sentinel à haute résolution pour améliorer l'observation, l'analyse et la gestion intégrée durable des zones inondables.

2.2 Les outils

L'utilisation des outils de la Télédétection et des SIG (système d'information géographique) dans ce travail permet d'optimiser l'usage de ressources hydriques à travers des analyses multicritères. Les SIG ont permis d'exploiter des données spatiales multi-sources (données croisées, satellites, terrain, cartes topographiques) afin de cartographier les ressources en eau, d'analyser leur répartition spatiale et leur adéquation aux besoins en gestion des risques des inondations, et de proposer des scénarios d'aménagement de gestion future plus durables. Leur application dans les bassins versants comme dans les vallées d'Afrique centrale, est donc stratégique pour renforcer la résilience transfrontalière face à cet aléa inondation, afin d'optimiser les pratiques culturelles, et accompagner les politiques locales d'aménagement du territoire dans une logique de gestion intégrée des ressources en eau. Les outils mobilisés incluent les applications QGIS, ArcGIS et Google Earth Engine pour la cartographie, SWAT pour la modélisation hydrologique, WOIS (Water Observation and Information System) pour l'analyse des données satellitaires relatives à la

planification urbaine, la plantation, les zones maraîchères, la végétation et tous les bassins de la zone CEEAC.

3. Résultats et Discussions

3.1 Principaux systèmes hydrauliques en Afrique

Le système hydrologique de l'Afrique centrale, structuré autour de grands bassins fluviaux (notamment le Congo, le Chari-Logone, l'Ogooué et le Sanaga), de systèmes côtiers et insulaires, ainsi que de vastes lacs et zones humides (tels que les lacs Tchad, Tanganyika et Kivu), joue un rôle déterminant dans la résilience climatique et la disponibilité des ressources en eau de la région. Toutefois, cette région est de plus en plus exposée aux inondations fluviales, en raison de l'intensité des précipitations saisonnières et de son positionnement au sein de la Zone de Convergence Intertropicale (ZCIT). Les oscillations de cette dernière structurent l'alternance des saisons humides et sèches, tandis que ses anomalies prolongées sont susceptibles de générer des événements hydrologiques extrêmes, tels que les inondations et les sécheresses. Par ailleurs, les perturbations du cycle hydrologique induites par le changement climatique accentuent ces dynamiques en modifiant les processus de ruissellement, d'infiltration et d'évapotranspiration, ce qui se traduit par une augmentation de la fréquence et de l'intensité des inondations.

Les zones urbaines et périurbaines apparaissent particulièrement vulnérables à ces aléas, du fait de l'artificialisation rapide des sols qui réduit leur perméabilité et favorise l'occupation d'espaces inondables. L'accumulation saisonnière des précipitations entraîne ainsi régulièrement des débordements fluviaux, provoquant des inondations étendues dans les plaines alluviales et les centres urbains situés en aval. En outre, le caractère transfrontalier des bassins fluviaux renforce la complexité du risque d'inondation dans l'espace de la CEEAC. Les zones les plus exposées se concentrent dans les grandes plaines basses, notamment la vallée du fleuve Congo en aval et sa confluence avec l'Oubangui, les zones inondables autour du lac Maï-Ndombe, ainsi que les plaines bordant le lac Tchad et les vallées du Chari et du Logone, qui s'étendent au sud de N'Djamena et au nord du Cameroun. D'autres foyers de vulnérabilité incluent la vallée de l'Ogooué au Gabon, notamment aux environs de Port-Gentil, ainsi que les plaines inondables associées aux lacs Moero et Upemba dans la région du Katanga en République démocratique du Congo (A. Ceeac, 2021, p.14).



Source : (CRGRE-AC, 2024)

Figure 2 : Carte des principaux systèmes hydriques en Afrique,

Cette carte thématique (figure 2) illustre la répartition des principaux systèmes hydrologiques sur le continent africain, en mettant particulièrement l'accent sur l'Afrique centrale. Elle révèle la localisation des grands bassins versants, des principaux fleuves et des lacs à l'échelle du continent. L'Afrique est divisée en grands bassins hydrographiques, représentés par des zones colorées différentes. Parmi ces bassins, le bassin du Congo se distingue par sa taille imposante et son rôle central en Afrique centrale, s'étendant sur une vaste zone équatoriale et alimentant un réseau hydrographique dense. Ce bassin se caractérise par un régime hydrologique qui dépend fortement des précipitations équatoriales. D'autres grands bassins sont également présents tels que le bassin du Nil au nord-est, celui du Niger en Afrique de l'Ouest, ainsi que les systèmes fluviaux du Zambèze et de l'Orange en Afrique australe. Les principaux fleuves se dessinent sous la forme d'un réseau linéaire organisé, mettant en lumière les cours d'eau majeurs du continent. Les grands lacs africains, en particulier ceux situés dans la région des Grands Lacs en Afrique de l'Est, comme le lac Victoria, le lac Tanganyika et le lac Malawi, sont facilement reconnaissables et jouent un rôle crucial dans la régulation de l'hydrologie régionale. Un contour en rouge délimite l'espace de la Communauté Économique des États de l'Afrique centrale (CEEAC), permettant de situer cet ensemble régional dans le contexte hydrographique africain global. Cette région se distingue par la prédominance du bassin du Congo, mais inclut également d'autres systèmes hydrologiques importants tels que les bassins du Chari-Logone (alimentant le lac Tchad), de l'Ogooué et du Sanaga. La carte souligne également la nature transfrontalière des bassins hydrographiques africains, illustrant l'interdépendance hydrologique entre les États. Cette configuration spatiale a des implications majeures pour la gestion intégrée des ressources en eau, la prévention des risques hydrologiques (inondations et sécheresses) et la gouvernance régionale. Enfin, la présence étendue de zones lacustres et de grands réseaux fluviaux dans l'Afrique centrale met en évidence une forte disponibilité en ressources en eau, mais également une vulnérabilité accrue aux aléas hydro climatiques, notamment dans les plaines inondables associées aux grands bassins.

3.2 Statistiques des inondations enregistrées en 30 ans en Afrique centrale

Le tableau (Tableau 1) met en évidence une forte concentration des événements d'inondation dans les pays à forte et moyenne exposition, tandis que les pays à faible exposition enregistrent très peu d'événements. Les pays à forte exposition (République démocratique du Congo et Angola) cumulent à eux seuls 91 événements (47 + 44), soit la part la plus importante. Les pays à exposition modérée totalisent également un nombre significatif d'événements (133 au total), mais répartis entre plusieurs pays. Les pays à faible exposition (Gabon, São Tomé et Príncipe, Guinée équatoriale) ne comptabilisent que 4 événements au total, ce qui est marginal.

Tableau 1 : Répartition générale des événements.

Degré d'exposition	Pays	Nombre d'événement
Forte exposition aux inondations	RDC	47
	Angola	44
Exposition modérée aux inondations	Burundi	32
	Rwanda	27
	Tchad	22
	République centrafricaine	20
	Cameroun	17
	République du Congo	15
Faible exposition aux inondations	Gabon	2
	São Tomé et Príncipe	1
	Guinée équatoriale	1

Source: (EM-DAT, 2026)

L'étude met en évidence une corrélation directe entre le degré d'exposition géographique et la fréquence des catastrophes. Le risque est inégalement réparti mais globalement critique pour la région. Les zones de haute priorité (Forte Exposition), la RDC (47 événements) et l'Angola (44 événements) sont les pays les plus vulnérables. Cette situation s'explique par une combinaison de

facteurs naturels et structurels tels que les réseaux hydrographiques denses et fortes précipitations, la fragilité des infrastructures face aux aléas climatiques. En effet, les Zones de Vigilance (Exposition Modérée), un groupe hétérogène de pays, mené par le Burundi (32) et le Rwanda (27), suivis du Tchad, de la RCA, du Cameroun et du Congo-Brazzaville. Bien que le risque y soit plus diffus, le cumul des événements y reste préoccupant. Ainsi, les Zones Préservées (Faible Exposition), le Gabon, São Tomé-et-Príncipe et la Guinée Équatoriale affichent une quasi-absence d'événements. Cela est dû soit à une géographie protectrice, soit à une gestion des risques plus efficace, ou éventuellement à un manque de remontée des données (sous-déclaration). En termes de tendance et perspectives, l'Afrique centrale continentale est le foyer principal des inondations. Il serait très urgent de prioriser les préventions dans les zones rouges (RDC/Angola) et adopter une gestion proactive dans les pays à exposition modérée pour réduire les taux des risques et stopper l'aggravation des dégâts dans les années à venir. Le nombre élevé d'événements dans les pays à exposition modérée montre que le risque ne doit pas être négligé, même si l'intensité individuelle semble moindre qu'en RDC et Angola.

3.3 Apports des SIG et de la télédétection pour la spatialisation des inondations de 1995 à 2025 à la CEEAC.

L'étude des surfaces terrestres repose aujourd'hui sur des outils de télédétection spatiale de haute précision, dont le Copernicus Global Land Service (CGLS) est l'un des piliers mondiaux. Le produit CGLS-LC100 représente une avancée majeure pour l'analyse bio-géophysique globale. La télédétection permet ici de transformer des signaux satellitaires en une carte dynamique annuelle. Avec une résolution de 100 mètres, elle offre un compromis optimal entre une couverture continentale et une précision locale. Ce suivi temporel régulier permet de monitorer l'évolution de la surface terrestre, un paramètre fondamental pour comprendre les cycles climatiques et biogéochimiques (A. Ceeac, 2021).

L'analyse du profil régional révèle une situation alarmante avec 228 inondations répertoriées, impactant directement 15,6 millions de personnes. Cette ampleur témoigne d'une vulnérabilité humaine massive face aux aléas hydrométéorologiques. La diversité des types d'événements fluviaux, pluviaux et éclairs souligne la complexité du régime hydrologique de la région, où les crues lentes des grands bassins côtoient des phénomènes soudains et dévastateurs. D'un point de vue scientifique, ces chiffres valident la nécessité d'utiliser des outils de télédétection et de SIG pour cartographier les zones à risque. La précision de données comme celles du CGLS-LC100 devient cruciale pour anticiper l'impact sur les zones bâties et les cultures. Par conséquent, la corrélation entre l'occupation du sol et la typologie des inondations impose une révision urgente des stratégies de planification urbaine et de résilience face au changement climatique.



Figure 3 : répartition spatiale des inondations de 1995 à 2025 ; Source : (EM-DAT, 2026)

La carte souligne une urgence régionale où le risque n'est pas seulement climatique, mais structurel. La gestion des catastrophes en Afrique centrale nécessite une approche transfrontalière, car les bassins versants (comme celui du Congo ou du Lac Tchad) ignorent les frontières politiques visibles issue de la carte. Cette carte thématique présente une analyse spatiale de la fréquence des inondations en Afrique centrale, offrant une base de données essentielle pour la modélisation des risques via les SIG (Systèmes d'Information Géographique) et la télédétection : Cette carte révèle une forte hétérogénéité spatiale du risque. On observe une concentration critique d'événements dans les pays du bassin sédimentaire et des zones de hauts plateaux :

- **Épicentres du risque** : La RDC (47) et l'Angola (44) constituent le pôle de fréquence maximale. Cela s'explique par l'immensité de leurs réseaux hydrographiques et leur exposition aux régimes pluviométriques équatoriaux et tropicaux humides.
- **Zones de transition** : Le Burundi (32) et le Rwanda (27), malgré leur petite taille, présentent une densité d'événements très élevée, souvent liée à une topographie accidentée favorisant les inondations éclairs et les glissements de terrain.
- **Faible occurrence littorale** : Le Gabon et la Guinée équatoriale affichent des valeurs marginales, suggérant soit une résilience naturelle, soit un biais de données (sous-déclaration).

D'un point de vue hydrologique, les données suggèrent trois types de dynamiques à savoir l'inondations fluviales, elles sont dominantes en RDC et RCA, liées au débordement des grands cours d'eau ; l'inondations pluviales, liées à l'imperméabilisation des sols dans les zones à forte croissance urbaine et l'inondations éclairs (Flash floods), particulièrement présentes dans les zones sahéliennes (Tchad : 22) et montagneuses (Afrique de l'Est). L'implication de la télédétection et des SIG dans cette étude a permis, pour un chercheur d'analyser la répartition spatiale des inondations et soumettre aux autorités de prendre des décisions politique, cette image constitue une couche de données vectorielles qui, croisée avec le produit CGLS-LC100 (occupation du sol), permet dans un premier temps d'identifier les zones de vulnérabilité, superposer les zones d'inondation avec les "surfaces bâties" pour quantifier le risque humain (les 15,6 millions de personnes touchées). Secondo, d'analyser l'évolution temporelle, en utilisant les séries

chronologiques de télédétection pour voir si l'extension des zones inondables corrèle avec la déforestation ou l'urbanisation.

3.4 Exposition urbaine aux inondations

Les pays de la CEEAC sont fortement touchés par des inondations et tempêtes urbaines récurrentes, aggravées par des infrastructures insuffisantes ou inadaptées. Des villes très peuplées comme Luanda, Kinshasa, Bujumbura et N'Djamena sont particulièrement exposées, avec d'importants déplacements de populations et des pertes humaines (Atlas des risques de la CEEAC, 2021). Même des événements peu fréquents peuvent avoir de lourdes conséquences humanitaires et économiques, comme observé à Bangui pour les inondations liées aux crues extrême, à Brazzaville, l'explosion du dépôt de munitions de Mpila à Brazzaville le 4 mars 2012 ayant eu des conséquences humanitaires de près de 300 morts et économiques dont le quartier entier à reconstruire imposant une dépense colossale et Pointe-Noire avec l'explosion sur le terminal pétrolier (FICR, 2025, p. 22). L'urbanisation rapide combinée aux changements climatiques modifie profondément les régimes hydrologiques urbains : l'infiltration des sols diminue, la capacité de stockage des zones humides se réduit et le ruissellement augmente. L'imperméabilisation des surfaces urbaines accentue ces phénomènes et intensifie les réponses aux fortes pluies (H. Wang et al., 2026, p. 9 ; Z. Zhu et al., 2025, p.18; P. Ongaga et al., 2024, p.29). A cet effet, ces transformations, associées à des réseaux de drainage insuffisants, favorisent des crues importantes. L'urbanisation non contrôlée, le manque d'infrastructures d'assainissement et l'occupation des zones inondables augmentent fortement l'exposition des populations aux risques d'inondation (R. Amado et al., 2020, p.12-15 ; J. Kubwarugira et al., 2023, p.6).

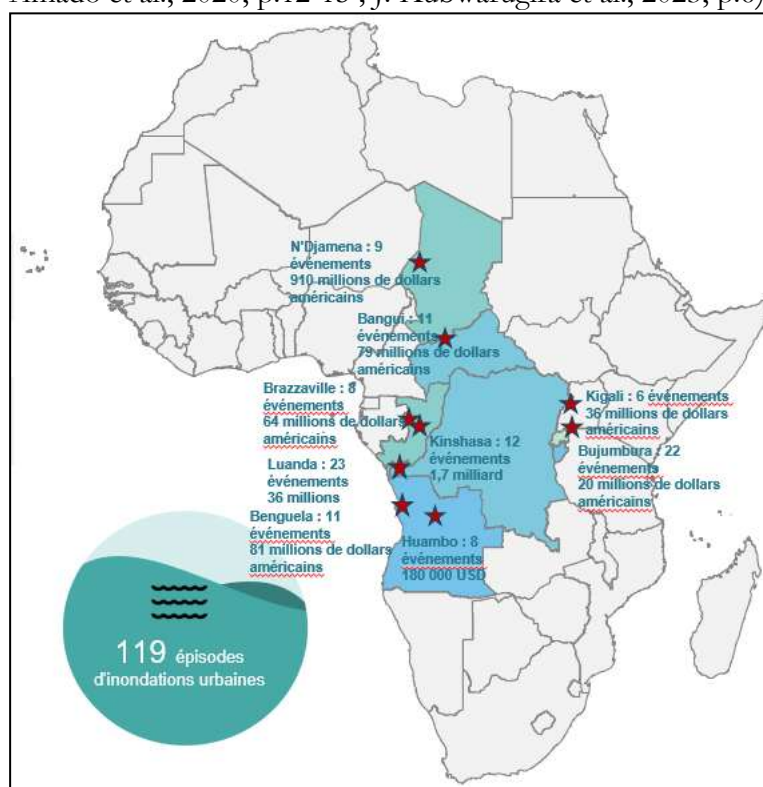


Figure 4 : La répartition spatiale des 119 épisodes d'inondations urbaines

Source : (EM-DAT, 2026)

La carte 4 présente une analyse cartographique et statistique des risques hydrométéorologiques en Afrique centrale, centrée sur les pays de la CEEAC. Il combine une carte choroplèthe et des points localisant les grandes villes, sur une échelle couvrant l'Afrique subsaharienne intertropicale. L'infographie recense 119 épisodes d'inondations urbaines et croise, pour chaque ville, la fréquence des événements et leur coût économique. L'analyse repose sur la relation $\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Vulnérabilité}$. Les fréquences varient selon les villes : Luanda (23 événements) et Bujumbura

(22) sont les plus exposées. Cependant, les impacts économiques ne sont pas proportionnels. Kinshasa, avec 12 événements, enregistre 1,7 milliard USD de pertes, révélant une forte vulnérabilité liée à la densité urbaine et aux infrastructures défectueuses. N'Djamena présente aussi une forte vulnérabilité avec 910 millions USD de pertes pour 9 événements. Ces résultats s'expliquent par l'urbanisation rapide qui entraîne une imperméabilisation des sols, favorisant les crues rapides, ainsi que par des inégalités de résilience entre villes. Par exemple, Huambo enregistre seulement 180 000 USD de pertes, contrairement aux grandes capitales où les enjeux économiques sont plus élevés. L'analyse montre que les inondations en Afrique centrale résultent autant de facteurs naturels que de dynamiques urbaines, l'urbanisation non maîtrisée accentuant fortement les risques, notamment dans des villes comme Kinshasa.

Tableau 2. Situation d'incidence des inondations urbaines et populations touchées dans les principales villes d'Afrique centrale de 1995-2025.

Ville	Événements d'inondation	Événements orageux	Population cumulée touchée (EM-DAT)	Population (2026)	Dommages annuels prévus (fluvial) 2030 (USD)	Risque d'inondation urbaine
Luanda, Angola	23	0	503 440	10 421 300	340k, 36 M (Côtier)	Très élevé
Bujumbura, Burundi	22	3	440 716	1 426 040	20M	Très élevé
Kinshasa, RDC	12	0	3 048 645	18 552 800	1,7G	Haut
Bangui, CAR	11	4	309 287	1 048 770	79M	Haut
Benguela, Angola	11	0	349 399	913 769	81M	Haut
N'Djamena, Tchad	9	1	1 941 869	1 360 000	910M	Moyen
Rubavu (Gisenyi), Rwanda	9	1	79 359	83 623	-	Moyen
Brazzaville, Congo	8	0	2 099 241	2 904 570	64M	Moyen
Huambo, Angola	8	0	584 144	805 507	180k	Moyen
Kigali, Rwanda	6	0	36 106	1 373 440	36M	Moyen-faible

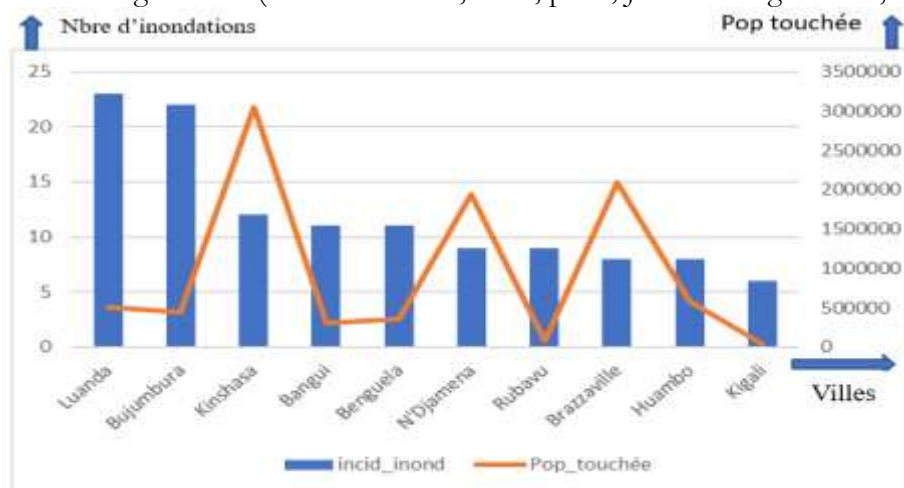
Source : (EM-DAT, 2026/ Revue mondiale de la population, 2025, WRI 2025)

L'analyse des dynamiques hydro climatiques en Afrique centrale met en évidence une augmentation des risques liée à l'interaction entre climat équatorial, ZCIT et urbanisation rapide (A. Ceeac, 2021, p.14). Les impacts les plus importants se concentrent dans les grandes capitales : Kinshasa (> 3 millions de personnes touchées, 1,7 milliard USD de dommages annuels d'ici 2030), N'Djamena (910 millions USD ; WRI, 2025), Luanda (23 événements, 500 000 personnes touchées, 340 millions USD) et Bujumbura (25 événements, 440 000 personnes, 20 millions USD, (A. Ceeac, 2021, p.7). Des villes à risque intermédiaire comme Bangui, Benguela et Brazzaville enregistrent également des pertes significatives (64 à 81 millions USD d'ici 2030), avec des

populations fortement exposées, tandis que des zones à relief comme Kigali et Rubavu subissent des risques accrus de ruissellement et de glissements de terrain (36 millions USD pour Kigali). Les villes côtières et non côtières et secondaires (São Tomé, Malabo, Moundou, Huambo) restent vulnérables en raison de déficits de drainage et de risques sanitaires. Globalement, le risque d'inondation devient transfrontalier et urbain, reposant sur trois facteurs principaux : l'hydrologie naturelle des grands bassins, l'anthropisation (imperméabilisation et occupation des zones à risque) et le manque d'infrastructures adaptées. Cette situation souligne la nécessité de renforcer la coordination régionale et les systèmes de gestion des eaux pluviales au sein de la CEEAC.

3.5 Analyse comparative du risque d'inondation et de la vulnérabilité urbaine dans les villes africaines

L'obsolescence des infrastructures et l'urbanisation non maîtrisée dans les villes de la CEEAC (Luanda, Kinshasa, Bujumbura, N'Djamena) aggravent la vulnérabilité humaine face aux aléas climatiques (A. Ceeac, 2021, p.15). Même avec une fréquence moindre, l'impact est lourd, comme en témoignent les déplacements à Bangui (28 000 en 2019) ou au Congo (50 000 touchés en 2025 ; FICR, 2025). Scientifiquement, l'imperméabilisation des sols et la perte des zones humides augmentent le ruissellement de surface et les pics de crue (Wang et al., 2026 ; Zhu et al., 2025 ; Ongaga et al., 2024). Cette exposition est exacerbée par l'occupation de zones inondables et l'insuffisance du drainage urbain (R. Amado et al., 2020, p.13 ; J. Kubwarugira et al., 2023, p.22).



Source : Ceeac, 2025

Figure 5 : Situation d'incidence d'inondation en Afrique centrale,

Ce graphique propose une analyse comparative de l'incidence des inondations dans dix villes africaines en croisant la fréquence des événements et leur impact sur les populations grâce à un système à double axe. Les barres bleues indiquent le nombre d'inondations, variant d'environ 6 à plus de 20 occurrences, tandis que la courbe orange mesure le nombre de personnes affectées, pouvant atteindre 3,5 millions. L'analyse met en évidence une absence de corrélation directe entre la fréquence des inondations et leur gravité humaine. Certaines villes comme Luanda et Bujumbura connaissent un grand nombre d'événements mais avec un impact relativement limité sur la population, suggérant une meilleure gestion ou des zones moins densément peuplées. À l'inverse, Kinshasa présente une situation critique avec un nombre moyen d'inondations mais un impact humain extrêmement élevé. Cela s'explique par une forte densité urbaine, des habitations précaires en zones inondables et des infrastructures insuffisantes. D'autres villes comme N'Djamena et Brazzaville montrent également une vulnérabilité élevée, où peu d'événements suffisent à affecter une large population. Cette situation traduit une faible résilience face aux catastrophes. Le graphique illustre ainsi le concept scientifique du risque, défini comme le produit de l'aléa (fréquence) et de la vulnérabilité (impact). Il apparaît que certaines villes cumulent surtout une forte vulnérabilité plutôt qu'une forte fréquence d'événements. En conclusion, la gestion des

inondations doit prioritairement viser la réduction de la vulnérabilité sociale et structurelle plutôt que seulement la diminution des événements.

3.6 État des lieux et défis stratégiques de la gestion des inondations dans la région CEEAC

La gestion des inondations et des eaux pluviales dans la région de la CEEAC se heurte aujourd'hui à un enchevêtrement complexe de barrières structurelles, à commencer par un cadre politique obsolète et peu inclusif qui peine à s'aligner sur les agendas climatiques mondiaux tout en ignorant les pressions démographiques et urbaines actuelles, une situation aggravée par des institutions régionales dont les mandats restent largement théoriques faute de financements pérennes, de ressources humaines qualifiées et d'une réelle volonté de partage de données entre États membres. Ce déficit de gouvernance est couplé à une carence technique alarmante, marquée par des réseaux d'observation hydrométéorologiques vétustes, une absence de cartographie normalisée des risques et une intégration quasi inexistante des projections climatiques dans la planification, rendant les systèmes d'alerte précoce largement inefficaces pour protéger les populations face à des catastrophes de plus en plus fréquentes. Parallèlement, la fragmentation des interventions des organisations de bassin versant et une dépendance excessive vis-à-vis de partenaires au développement dont les financements, souvent de courte durée et mal coordonnés, ne permettent ni un transfert de compétences durable ni une maintenance rigoureuse des infrastructures, empêchent l'émergence d'une résilience régionale autonome. En somme, l'absence d'une stratégie intégrée et de systèmes d'information opérationnels transforme ce qui devrait être une gestion technique et préventive en une suite de réponses réactives et disparates, soulignant l'urgence d'une réforme profonde visant à harmoniser les politiques, à moderniser les outils de prévision et à sécuriser des mécanismes de financement locaux pour garantir une sécurité hydrique pérenne à l'échelle du continent.

3.7 Principales lacunes et difficultés en matière de gestion des inondations et des eaux pluviales dans la région ECCAS

L'analyse scientifique des vulnérabilités de la région CEEAC révèle un paradoxe critique où l'accélération des cycles hydrologiques et l'urbanisation galopante se heurtent à une stagnation structurelle des capacités de réponse, caractérisée d'abord par une obsolescence marquée des réseaux d'acquisition de données hydrométéorologiques qui, étant trop clairsemés et mal entretenus, interdisent toute modélisation prédictive robuste ou mise en place de systèmes d'alerte précoce fiables. Cette carence technique est doublée d'un vide cartographique normalisé, empêchant l'intégration des projections climatiques actuelles dans les outils d'aide à la décision et la planification urbaine, alors même que les cadres législatifs en vigueur restent ancrés dans des paradigmes dépassés comme la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) de 2005, ignorant de fait les nouveaux défis du stress hydrique et de la croissance démographique. Par ailleurs, l'inefficacité opérationnelle des institutions spécialisées est exacerbée par une fragmentation des bases de données et une absence de protocoles de partage d'informations entre les États, rendant la coordination transfrontalière au sein des organisations de bassin versant largement théorique et déconnectée des réalités biophysiques des territoires. Sur le plan de la gouvernance, la faiblesse des capacités techniques nationales et régionales crée une dépendance pathologique envers l'aide extérieure, laquelle s'inscrit malheureusement dans une logique de projets à court terme qui fragilise la pérennité institutionnelle et empêche tout transfert de compétences durable nécessaire à une gestion autonome des risques. En définitive, cette rupture de la chaîne de valeur de l'information environnementale, allant de la collecte de donnée brute à la décision politique, maintient la région dans une posture de gestion de crise purement réactive, soulignant la nécessité impérieuse d'investir dans une infrastructure géospatiale moderne, d'harmoniser les politiques régionales avec les agendas climatiques mondiaux et de sécuriser des financements endogènes pour transformer ces lacunes structurelles en une stratégie de résilience intégrée et scientifiquement documentée.

3.8 Les perspectives des parties prenantes pour une gestion intégrée des inondations et des eaux pluviales dans la région CEEAC

Au niveau régional, la CEEAC est appelée à réformer le cadre juridique et à intégrer la résilience climatique dans ses politiques. Elle doit aussi améliorer la gouvernance en clarifiant les rôles et en facilitant le partage de données. Le Centre de prévision et d'applications climatiques pour l'Afrique centrale (CAPC-AC) joue un rôle technique en modernisant les outils de prévision et en renforçant les capacités scientifiques. Il contribue notamment au développement des compétences en hydrologie, SIG et services climatiques. Les organisations de bassins fluviaux doivent renforcer la coopération transfrontalière et l'échange de données hydrologiques. Elles sont également chargées de moderniser les réseaux de mesure et d'assurer un financement durable. Les gouvernements nationaux assurent la mise en œuvre opérationnelle sur le terrain. Ils doivent réhabiliter les infrastructures d'observation et améliorer la transmission des données en temps réel. Une meilleure coordination entre les secteurs clés est également nécessaire à ce niveau. Les universités et centres de recherche soutiennent la prise de décision par la production de connaissances scientifiques. Ils doivent renforcer la recherche appliquée et favoriser le lien entre science et politiques publiques. La société civile joue un rôle essentiel dans l'alerte précoce et la résilience des communautés locales. L'ensemble repose sur une approche systémique où le partage des données et la pérennité du financement sont essentiels à la réussite.

3.9 Priorités stratégiques et actions prioritaires

Ce travail de recherche vise à proposer un plan triennal qui mettra un accent particulier sur la mise en œuvre de systèmes d'alerte précoce multirisques normalisés, reliant les services techniques à la protection civile et aux communautés locales. Il prévoit également une gestion transfrontalière renforcée, fondée sur une cartographie des risques à l'échelle des bassins et sur un partage obligatoire des données. Par ailleurs, il introduit des normes municipales spécifiques pour des infrastructures urbaines résilientes ainsi que pour le zonage des zones inondables. Enfin, afin de garantir la pérennité de ces ambitions, la stratégie prévoit la création d'unités de formation spécialisées au sein des universités et du CAPC-AC, en vue de normaliser l'expertise scientifique régionale. L'ensemble est soutenu par l'élaboration de cadres de financement prévisibles, destinés à réduire la dépendance aux aides extérieures et à assurer une résilience climatique autonome à l'horizon 2030.

3.9 Structure de mise en œuvre et rôles des acteurs de la gestion des catastrophes en Afrique centrale

La structure de mise en œuvre et rôles institutionnels peut être scientifiquement définie comme un modèle de gouvernance polycentrique et multiscalaire, où l'intégration fonctionnelle s'opère par une cascade de flux décisionnels et techniques partant d'un pôle de supervision politique vers des organes de régulation normative et de modélisation prédictive, lesquels alimentent des structures de gestion hydrologique transfrontalière afin de synchroniser les réponses aux échelles macro-régionales et nationales. Cette organisation structurelle repose sur un couplage étroit entre les services NMHSS d'acquisition de données biophysiques, les agences d'aménagement urbain et les unités de protection civile, assurant ainsi une interopérabilité opérationnelle nécessaire à la réduction de la vulnérabilité locale par le biais d'un maillage communautaire résilient. En somme, ce dispositif constitue un écosystème de gestion des risques où la hiérarchisation des rôles institutionnels vise à optimiser la continuité de la chaîne d'alerte et la résilience infrastructurelle face aux forçages hydro-climatiques extrêmes dans le bassin de l'Afrique centrale.

Conclusion

Cette recherche démontre que la gestion des risques hydro-climatiques en Afrique centrale constitue un défi structurel majeur, exacerbé par une urbanisation rapide et l'obsolescence des infrastructures. L'analyse spatiale révèle une vulnérabilité critique, particulièrement dans les grands centres urbains comme Kinshasa et N'Djamena, où l'impact humain et économique des inondations est massif. L'intégration de la télédétection et des SIG s'avère indispensable pour transformer la gestion de crise en une stratégie préventive et proactive. Ces outils permettent une

cartographie précise des aléas et une modélisation prédictive nécessaire à la résilience territoriale. Toutefois, l'efficacité de ces technologies reste tributaire d'une réforme profonde de la gouvernance régionale. Le plan d'action 2026-2030 propose ainsi de rompre avec la fragmentation institutionnelle par la mutualisation des données et le renforcement des capacités techniques. En définitive, seule une articulation cohérente entre innovation géospatiale, coopération transfrontalière et financements endogènes permettra de sécuriser une résilience climatique autonome et durable pour les populations du bassin d'Afrique centrale.

Références bibliographiques

- ATLAS CEEAC, 2021. *Atlas des risques de la CEEAC : Inondations et sécheresses en Afrique centrale*. 65p
- BAD (2019). *Rapport sur la résilience climatique et les infrastructures en Afrique*, 76p.
- BM (Banque Mondiale) (2020). *Défis financiers et institutionnels de la gestion des risques en Afrique subsaharienne*, 82p.
- CEA (2020). *Intégration des technologies géospatiales dans les politiques publiques africaines*, 12p.
- CEEAC (2026) *Plan Régional de Gestion des Inondations et des Eaux Pluviales de la CEEAC*, 59p.
- CEEAC (2026). *Rapport annuel sur les catastrophes naturelles et les déplacements de populations en Afrique centrale*. 85p
- CRED (2023). *Statistiques mondiales sur les catastrophes naturelles : Focus Afrique centrale*, 8p.
- CRGRE-AC (2024). *Cartographie des systèmes hydriques et des bassins versants d'Afrique centrale*. 30p.
- DJIMTA Raoul, (2024). « *Caractérisation des zones à risque d'inondation de la ville de N'Djamena au Tchad, apports de la télédétection et des systèmes d'information géographiques* », Université de N'Djamena au Tchad, thèse de doctorat PhD 243p.
- DJIMTA Raoul (2024). *Gestion des risques d'inondation dans la ville de N'Djamena au Tchad*, p.n°71-n°72.
- EM-DAT (2026). *Base de données internationale sur les catastrophes : Répartition spatiale et bilans économiques (1995-2025)*. P. n°2-n°10.
- ESA (2021). *Monitoring hydrologique par satellite : Guide technique Copernicus*, 90p.
- FICR (2025). *Rapports d'intervention d'urgence : Inondations à Bangui et Brazzaville*. 2P.
- NASA (2020). *Avancées en télédétection pour la surveillance des zones inondables*, 53p.
- ONU (2015). *Cadre de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe 2015-2030*, 40p.
- UNDRR (2019). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction*, 470p.
- WRI (World Resources Institute) (2025). *Prévisions des dommages annuels liés aux inondations fluviales à l'horizon 2030*, 72p <https://acmad.org/index.php/mandates/>, consulter le 13 avril 2026.
- <https://arcltd.org/reports/arc-ltd-2023-annual-report>, consulter le 15 avril 2026.