

# L'aléa inondation dans le bassin hydrographique de la mékangoué : analyse du cadre physique et humain

**Evang Yves Aristide**

*Master en Gestion Intégrée des Environnements Littoraux et Marins  
Parcours Aménagement, Promotion, 2023  
yvesevang303@gmail.com*

**Mouyalou vivino Max Thiery**

*Centre National des Données et de l'Information Océanographiques (CNDIO)  
BP 10961 Libreville, Gabon*

**Edou Ebolo Clet Mesmin**

*Laboratoire lagrac, université Omar Bongo  
Libreville, Gabon*

**Nicaise Rabenkogo**

*Centre National des Données et de l'Information Océanographiques (CNDIO)  
BP 10961 Libreville, Gabon*

## Résumé

*L'agglomération de Libreville connaît chaque année, pendant la saison des pluies, plusieurs drames liés aux phénomènes naturels, en l'occurrence les inondations. L'objectif de cette contribution est l'analyse du cadre physique et humain en vue de caractériser la vulnérabilité des enjeux face à l'aléa inondation dans le bassin hydrographique de la Mékangoué. L'approche méthodologique combine sortie de terrain et le traitement des images pour la caractérisation de l'hydrologie, le relief, l'identification des classes d'occupation du sol, la quantification du changement d'occupation du sol, et enfin la cartographie des zones vulnérables aux inondations. Le relief est peu marqué en témoigne la présence des plaines alluviales basses assez larges souvent inondées matérialisé par 85% des zones hydromorphes vulnérables aux inondations dans le bassin versant de la Mékangoué. La dynamique de l'occupation du sol pour la période 2001-2023 montre une régression des formations naturelles au profit de l'anthropisation, avec une augmentation des proportions 55% à 75%. Cette croissance urbaine non maîtrisée dans les zones à risques a pour conséquence d'augmenter la vulnérabilité aux inondations.*

*Mots clés : inondation, Mékangoué, vulnérabilité, Libreville-Gabon*

---

## Abstract

Every year, during the rainy season, the city of Libreville experiences several tragedies linked to natural phenomena, in this case flooding. The aim of this contribution is to analyze the physical and human environment in order to characterize the vulnerability

of issues to flooding in the Mékangoué watershed. The methodological approach combines fieldwork and image processing to characterize hydrology, relief, identify land-use classes, quantify land-use change, and map areas vulnerable to flooding. Relief is not very pronounced, as evidenced by the presence of fairly wide, low-lying alluvial plains, often flooded and represented by 85% of hydromorphic areas vulnerable to flooding in the Mékangoué watershed. Land use dynamics for the period 2001-2023 show a regression of natural formations in favor of anthropization, with an increase in proportions from 55% to 75%. This uncontrolled urban growth in at-risk areas is increasing vulnerability to flooding.

Keywords : flood, Mékangoué, vulnérabilité, Libreville-Gabon

---

## Introduction

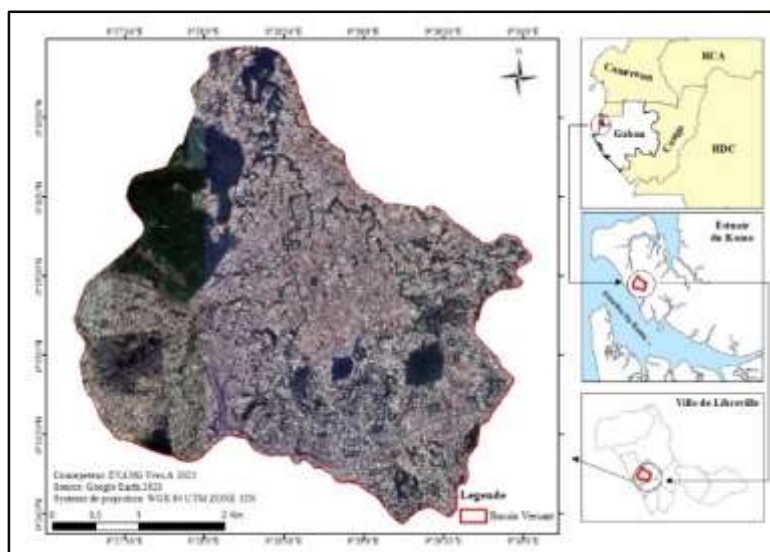
Les inondations sont, de toutes les catastrophes naturelles celles qui frappent le monde chaque année, les plus fréquentes, les plus dommageables et les plus mortelles (*Pulvirenti et al., 2011 : 3 ; Tanguy, 2012 : 1*). Elles sont la source de près de la moitié des décès occasionnés par les catastrophes naturelles au cours des 50 dernières années, et sont responsables de près du tiers des pertes économiques au niveau mondial (James, 2008 : 12 ; OMM, 2021 : 16). Selon Abhas *et al., (2012 : 15)*, les inondations urbaines constituent un frein majeur pour le développement et mettent en danger les populations, en particulier les habitants des villes en rapide expansion des pays en développement. Le Gabon en général et l'agglomération de Libreville en particulier n'échappe pas à cette réalité (Mombo et Edou, 2007 : 221). L'agglomération de Libreville et plus spécifiquement le bassin versant de la rivière Mékangoué est devenue ces dernières années le théâtre de nombreux drames et d'importantes pertes économiques causés par les inondations et les glissements de terrain (République Gabonaise, 2015 : 25). Ces évènements ont pour causes les phénomènes météorologiques extrêmes (Gemenne *et al., 2017 : 318*), l'occupation des sols, la topographie et l'évolution démographique sans précédent de Libreville avec pour conséquence directe l'installation anarchique des populations dans des zones non viabilisées et non constructibles (République Gabonaise, 2015 : 11 ; Moughola Leyoubou, 2020 : 27 ; *African development Bank Group, 2021 :83 ; Biboutou · 2022 :16 ;*). La question de ruissèlement des eaux

pluviales associée à leur maîtrise pendant et après la pluie représentent une préoccupation majeure (Acciona Ingenieria, 2011 : 26 ;). En effet, dans un contexte de changements climatiques, l'amélioration de l'état de connaissance de l'aléa inondation fournira des éléments essentiels contributifs pour l'élaboration d'un plan de gestion et d'adaptation aux inondations (Acciona Ingenieria, 2011 : 29). C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude qui a pour objectif l'analyse des aspects physiques et humains responsables des inondations dans le bassin versant de la Mékangoué. Cette démarche se base sur deux hypothèses. Premièrement, la description du cadre physique permet une meilleure analyse de la vulnérabilité face aux inondations. Deuxièmement, l'analyse diachronique de l'occupation du sol apporte des éléments de réponse sur la responsabilité anthropique dans la survenue des inondations.

### **1. localisation de la zone d'étude**

La zone d'étude correspond au bassin hydrographique de la rivière Mékangoué. Le bassin versant de la Mékangoué dont l'exutoire se situe entre la latitude 0°27'41.26"N et la longitude 9°28'9.94"E, est délimité au nord par le quartier Ondogo ; au sud par les quartiers PK5, Terre Nouvelle, PK6, PK7 et PK8 ; à l'Est par les quartiers Sibang, Dragage ; et à l'Ouest par Avéa, Sotéga et la Cité de la Démocratie. Ce cours d'eau draine à la fois le 2ème et 6ème arrondissement de la commune de Libreville et se jette dans un chenal de marrées qui mène à la baie de la Mondah. Sa superficie est d'environ 1698 hectares avec un périmètre de 19 kilomètres (Figure 1). Il est drainé par un réseau hydrographique bien dense et dendritique avec un régime permanent qui varie selon les saisons.

**Figure 1** Localisation de la zone d'étude



Source : Orthophotos Libreville 2013.

Conception : EVANG Yves A, 2023

## 2. Méthodologie

La démarche méthodologique retenue dans le cadre de la présente étude repose sur une recherche documentaire couplée à la collecte des données de terrain.

### 2.1. La recherche documentaire

La recherche documentaire qui a servi de base au présent travail s'est appuyée sur de nombreux travaux en lien avec les inondations dans l'agglomération de Libreville.

### 2.2. La collecte des données

Pour l'analyse du cadre physique et humain, plusieurs sources de données ont été utilisées. Il s'agit entre autres des observations de

terrain, la recherche des documents disponibles sur Libreville en général et la zone d'étude en particulier. On note (1) les données pluviométriques de Libreville de 1950 à 2000 et de 2010 à 2022 ; (2) les ortho photoplans de Libreville de 2008, 2013 et *Google Earth* 2023 ; (3) les cartes topographiques de Libreville sud de 1981 et 2005 à l'échelle 1/20000 ; (4) la carte pédologique de Libreville à l'échelle 1/200000 et (5) des images satellites Landsat 7-8 et le SRTM de Libreville d'une résolution de 12,5m. Ces données ont été complétées par des observations de terrain. Il s'agit *primo* des mesures de débits à l'aide d'un Flow tracker (courantomètre) au niveau des sections transversales au sens de l'écoulement du cours d'eau. *Secundo*, la cartographie des berges a été faite pour confronter les données récoltées par télédétection aux observations et réalités de terrain. L'identification de ces lits sur le terrain a été rendu possible grâce à des observations directe géolocalisées sur les caractéristiques de la végétation (Hydrophile, hygrophile), dépôts sédimentaires et des talus voisins et *tertio*, la description du milieu.

### 2.3. Le traitement des données

Le traitement des données s'est focalisé sur l'utilisation de quelques logiciels et extension employés en SIG et télédétection pour le traitement, l'analyse et l'interprétation de l'information géographique. Le protocole de traitement des images a consisté dans un premier temps au géoréférencement en se basant sur des points de calage de toutes les images dans un même *datum* (WGS84) et dans un système de projection unique (UTM, Zone 32 Nord). Plusieurs traitements numériques ont été réalisé pour mieux comprendre le phénomène d'inondation dans la zone d'étude. *Primo* le réseau hydrographique a été extrait par numérisation des cours d'eaux sur la carte topographique de Libreville sud de 2005. *Deuxio*, sur la base du SRTM de la ville de Libreville, le traitement hydrologique de bases a permis d'identifier les zones potentiellement hydromorphes. *Tertio*, la densité de drainage qui permet de décrire et d'estimer le temps de résidence des eaux souterraines et ou surfacique en un point en fonction de la nature du sol et de son occupation a été analysée. *Quatro*, *Google earth* a été utilisé pour la collecte des points d'altitudes dans l'ensemble du bassin versants pour l'élaboration du MNT et les pentes. L'analyse

diachronique de l'occupation spatiale a pris en compte trois périodes (2001,2014, 2023). L'analyse des images Landsat a permis de retenir Quatre classes d'occupation de sol répartie en sous classes. Il s'agit : (1) des zones artificialisées (Route, Bâtis), (2) la végétation (végétation herbacé, végétation arboré), (3) eau (les surfaces humides et les plans d'eau) et enfin (4), les sols nus.

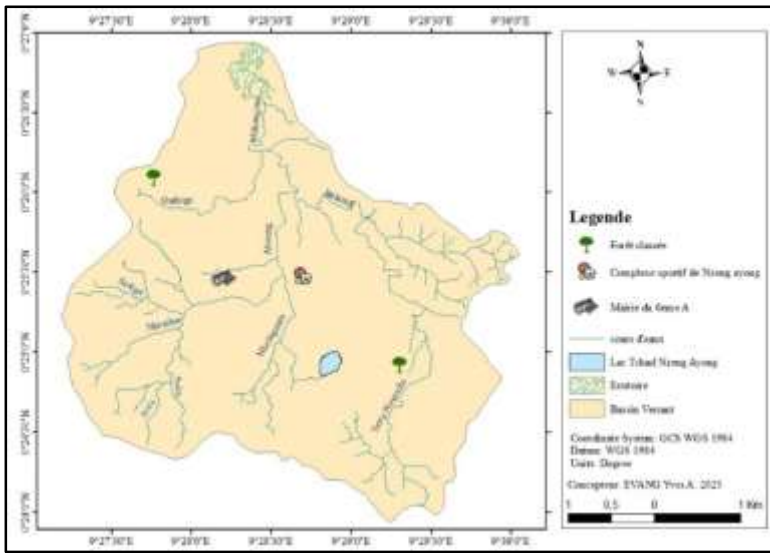
La compréhension les inondations passe également par l'analyse et la compréhension de la pluviométrie. L'analyse pluviométrique joue un rôle crucial dans l'étude et la prévention des inondations qui surviennent généralement lorsque des précipitations excessives dépassent la capacité des systèmes de drainage naturels ou artificiel à évacuer l'eau. La dynamique des précipitations a été analysée pour les périodes 1950-2000 et de 2010-2022. L'objectif de cette analyse est d'identifier les changements saisonniers sur plusieurs décennies pouvant impliquer la présence ou non des changements climatiques. Le couplage de toutes les analyses vise la cartographie de l'aléa inondation, celle des enjeux et enfin, aboutir celle du risque d'inondation dans la zone d'étude.

### 3. Résultats

#### *3.1. Réseau hydrographique*

Le réseau hydrographique de la Mékangoué est formé par un ensemble d'éléments linéaire hiérarchisé. Il est grandement influencé par des chenaux de marrées et des marais de mangrove dans sa partie nord. La surface du bassin versant est d'environ 1698 hectares et correspond à un périmètre de 19 km. Il possède quatre branches principales renforcées par un lac et quelques marais qui se rejoignent dans la Mékangoué (Figure 2). Les branches qui prennent leurs sources à l'Ouest dans le Mont Bouet pour la première. Elle suit son écoulement en passant par l'échangeur de Nzeng-Ayong. La deuxième branche qui est la plus importante vient de Terre nouvelle au Sud et traverse Sibang, Nzeng-Ayong. Quant aux deux dernières, elles prennent respectivement leur source à Nkol-Ogoum et le Lac Tchad de Nzeng Ayong pour la troisième et les hauteurs du quartiers Fin Goudron pour la quatrième.

**Figure 2** Réseau hydrographique du Bassin-versant de la Mékangoué



Source : Carte topographique Libreville sud 1/200000, Image Google Earth, 2023

### 3.2. Les mesures hydrologiques

Huit mesures ont été réalisées dans le bassin hydrographique de la Mékangoué pendant la grande saison sèche. Ces mesures ont permis d'établir un état de référence pour ces petits cours d'eau en milieu urbain (tableau1).

**Tableau 1:** mesures hydrologiques dans le bassin hydrographique de la Mékangoué

Affluents	Site	Vitesse (m/s)	Largeur (m)	Prof max (m)	Débit (m <sup>3</sup> /s)
Terre nouvelle	Pk8 (IGAD)	0,059	5,5	0,27	0,0539
Avéa	Cité Mebiam	0,108	2,5	0,35	0,0654
Nkembo	Atsibe-tsos	0,098	1,5	0,15	0,0167
Sotéga	Echangeur N. A	0,08	1,8	0,23	0,0252
Avéa	Bambino N. A	0,133	3,3	0,45	0,1468
Nkol-Ogoum (pk7)	Derrière le stade de N. A	0,038	2,7	0,52	0,0349
Aboang	Gaboprix(dragage)	0,281	3	0,24	0,1321
Aboang+Bekong	Cité Roze Nzeng a	0,228	4,5	0,45	0,3583

Source : EVANG Yves A, 2023

Les cours d'eau en saison sèche se caractérisent par la faible largeur du lit mineur compris entre 1.5 et 5.5 m et des profondeurs qui varient entre 0.15 et 0.52 m. de même, les débits varient entre 0,0167 et 0,3583 m<sup>3</sup>/s. ces débits sont insignifiants en période de saison sèche. Les vitesses d'écoulement dépendent notamment des pentes, de la largeur et de la profondeur du cours d'eau. En effet, les vitesses les plus importantes ont été mesurées au lieu-dit Cité Rose correspondant au point de rencontre des deux affluents, mais avec une profondeur de 0.45 m. Ce point de mesure se caractérise également par le débit le plus important de la série. Cela se justifie par la rencontre de deux affluents en amont de point de la mesure.

En période pluvieuse, la situation est différente. Nous ne disposons pas de données sur les débits. Toutefois, des observations de terrain permettent d'apprécier les paramètres hydrologiques de manière qualitative. À titre d'exemple, le canal de Nzeng-ayong, avec une largeur de 15 mètres dans cette section régularisée, les paramètres hydrologiques changent considérablement. Le remplissage du canal



avec de nombreux cas de débordement sont régulièrement observés (photo 1).

***Photo 1: débordement du canal de Nzeng-Ayong***



Source : Gabonreview<sup>1</sup>, 2023

Il est indispensable de mettre en place un programme de suivi hydrologique pour mesurer les hauteurs d'eau et les débits associés à ces crues exceptionnelles.

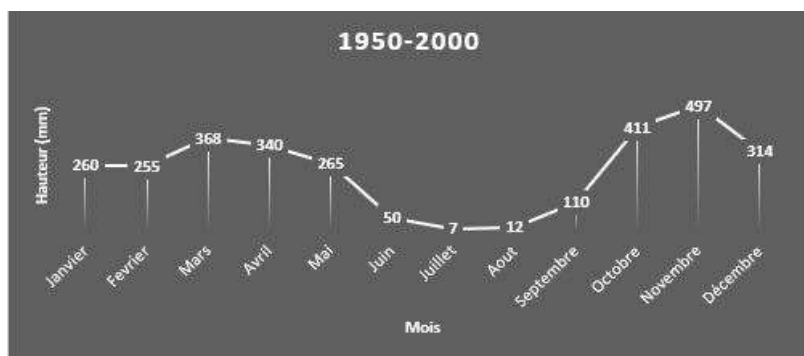
### ***3.3. Pluviométrie de Libreville***

Les tendances pluviométriques observées à Libreville depuis 1950 connaissent une variabilité des précipitations sur une échelle décennale. Toutefois, la hauteur des pluies tombées est décroissante et les saisons se bouleversent au courant des années comme indiquées dans les figures 3 et 4 ci-après.

---

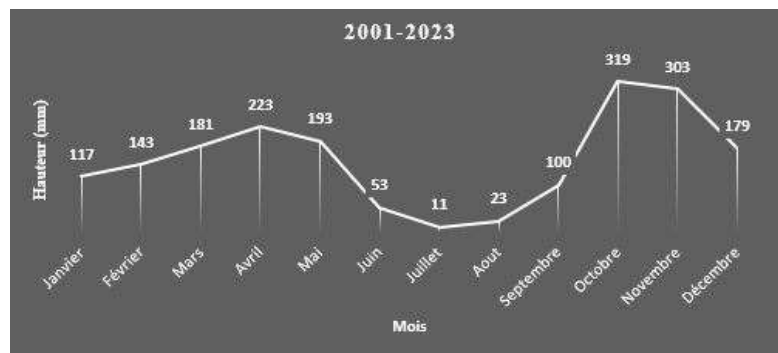
<sup>1</sup> Gabon : Fortes pluies et débordements du Canal de Nzeng-Ayong | Gabonreview.com | Actualité du Gabon

*Figure 3 Moyenne pluviométrique annuelle (1950-2000)*



Source : Direction Générale de la météorologie  
Pour cette période de 1950-2000, les pics pluviométriques se trouvent en Mars pour le premier et en Novembre pour le second.

*Figure 4 Moyenne pluviométrique annuelle (2001-2023)*



Source : Direction Générale de la météorologie

Contrairement à la figure 3, les pics pluviométriques de la figure 4 sont situés en Avril pour le premier et en octobre pour le second. Le régime pluviométrique dans la ville de Libreville est bouleversé. Ceci

est une preuve de l'existence des changements climatique. Ces figures font état d'une décroissance des hauteurs d'eaux tombées au courant des années. Cela signifie que les inondations devenues récurrentes ne sont pas corrélées aux hauteurs de pluies tombées qui sont décroissantes pour les périodes considérées. Mais, comment expliquer qu'il y'a plus d'inondation avec moins de pluie aujourd'hui qu'auparavant ? La réponse se trouve dans les effets cumulatifs de l'étalement urbain vers des zones inondables, les reliefs, des sols avec un taux d'infiltration très faible, une densité de drainage abondante et l'effet de marée.

### ***3.4. Le relief***

La topographie joue un rôle important dans la survenue des inondations. Elle oriente le sens du ruissellement à travers un gradient de pentes. Dans l'agglomération de Libreville, les pentes sont estimées entre 2 % et 10 % (Mombo, 2007). Afin de mieux visualiser la variation topographique suivant le profil longitudinal, trois sections topographiques ont été réalisées (AB, CD et EF) comme l'illustre la figure 5, ci-après.

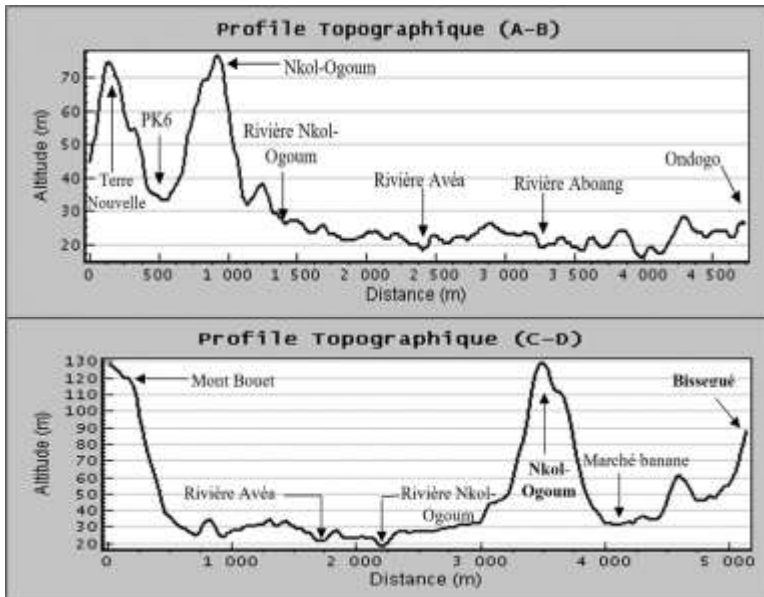
*Figure 5 Localisation des trois sections topographiques dans le bassin versant de la Mékangoué*

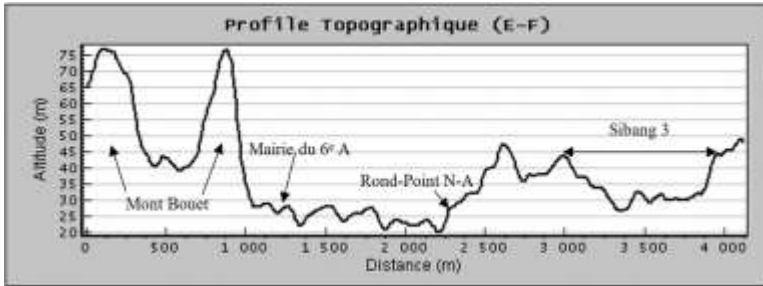


Source : SRTM, Orthophotographies de Libreville 2013

L'analyse des trois sections topographiques met en évidence la présence de trois hauts reliefs (Mont-Bouet, Nkol-Ogoum et Terre Nouvelle) formant une succession de collines d'altitude variable avec de pentes fortes (figure 6). Entre ces reliefs se profilent des vallées de largeurs divers, où coulent les différents bras de la Mékangoué. Il s'agit de larges espaces bas qui présentent des signes d'ennoyage, avec la présence de chenaux de marée. Sur chaque section, les zones les plus basses sont celles qui font l'objet des inondations.

*Figure 6 Sections topographiques transversales du Bassin Hydrographique (AB, CD et EF)*





Source : SRTM et Orthophotographie de Libreville, 2013.

Conception : EVANG Yves A, 2023

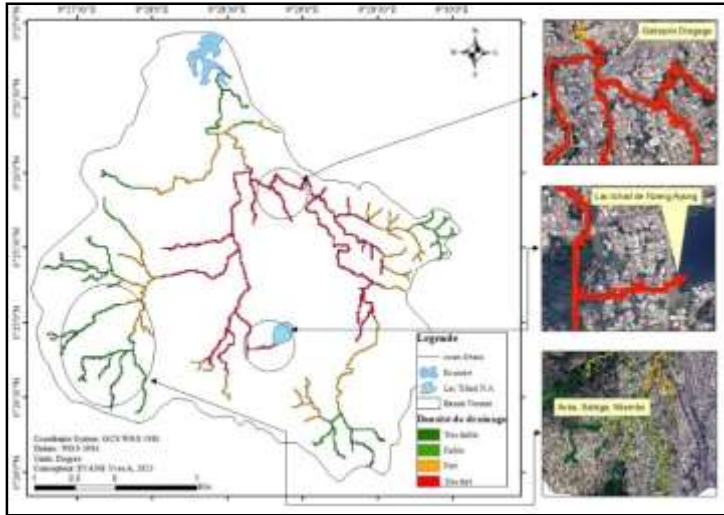
Sur la section AB, les rivières Avéa à proximité de l'échangeur de Nzeng Ayong et Aboang dans la zone de Gaboprix à dragage sont très vulnérables aux inondations sur un espace d'environ trois kilomètres. La section CD quant à elle présente deux zones basses situées entre trois haut reliefs (Mont-Bouet, Nkol-Ogoum et Bissegué). Sur environ deux kilomètres, la plaine située entre les monts Bouet et Nkol-Ogoum a deux dépressions où coulent les rivières Avéa et Nkol Ogoum. Cette zone naturellement vulnérable aux inondations correspond globalement aux alentours de la mairie de Nzeng-Ayong. De l'autre côté, la zone dite du marché banane beaucoup plus étroite connaît également les inondations. Enfin, la section EF, présente deux zones basses. La première sur environ un kilomètre englobe les zones de la Mairie de Nzeng-Ayong et du Rond-Point. La dernière unité bien qu'étant un plus en hauteur correspond au lieu-dit Fin goudron qui s'inonde régulièrement. Cette analyse a permis de matérialiser le lien de cause à effet qui existe entre la topographie et la vulnérabilité d'un territoire aux inondations.

### ***3.5. La densité de drainage***

La densité de drainage d'un bassin versant est un paramètre reflétant son écoulement, la stabilité du réseau hydrographique et le type de ruissellement de surface. Pour la Mékangoué, avec un linéaire hydrographique de 291,1 kilomètres pour une surface de 17km<sup>2</sup>, la densité de drainage est estimée à 17,12 km/km<sup>2</sup> pour l'ensemble du bassin versant. Dans le détail, le calcul de la densité de drainage a été

fait grâce au *kernel density*. Le résultat met en évidence les secteurs où l'écoulement est concentré (figure7).

Figure 7 Densité de drainage dans le bassin hydrographique de la Mékangoué



Source: SRTM Libreville; Google Earth 2023.

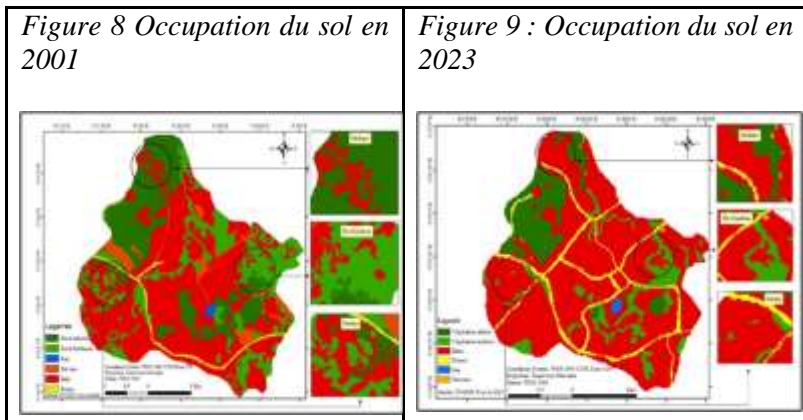
Conception : EVANG Yves A, 2023

La concentration de l'écoulement a été catégorisée selon l'amplitude allant de très faible, faible, modéré, forte à très forte. Les amplitudes les plus faibles ont été obtenues pour les zones de Nkembo, Avéa et Terre Nouvelle. Les amplitudes modérées quant à elles caractérisent les sites de Sotéga et Atsibetsos. La partie Echangeur Nzen-Ayong et cité Mebiame sont associées aux amplitudes fortes. Enfin le secteur de Gaboprix Dragage se singularise avec des amplitudes très fortes. Les secteurs à faible amplitude correspondent hauts reliefs. La concentration hydraulique est moindre. Les eaux pluviales s'écoulent directement vers l'aval. À l'opposé, les amplitudes fortes et très fortes correspondent au point de rencontre de plusieurs affluents, d'une importante présence humaine qui réduit l'espace naturel et le taux d'infiltration déjà assez faible. Des fortes amplitudes de la densité de

drainage peut également indiquer des secteurs où le débit croit régulièrement lors des épisodes de pluie. On peut citer à titre d'exemple, le canal de Nzeng-Ayong, Gaboprix Dragage et cité Mebiame. Au-delà du relief, le phénomène de marée a également été identifié comme l'un des facteurs qui influence la densité de drainage dans la zone d'étude. Il s'agit principalement des bras Aboang et Bekong autour de Gaboprix Dragage dont la partie aval est associée aux chenaux de marée. La rencontre entre une forte pluie et le flot impacte l'écoulement des eaux pluviales et entraîne automatiquement un épandage plus large des eaux.

### 3.6. L'occupation spatiale du sol

L'évolution de l'occupation du sol dans le bassin hydrographique de la Mékangoué a un lien direct avec la récurrence des inondations. L'imperméabilisation des sols, la modification des cours d'eau, l'expansion urbaine et la déforestation sont entre autres certains des faits qui augmentent la vulnérabilité de la zone en modifiant le ruissèlement. L'analyse diachronique de l'occupation du sol pour les périodes 2001, 2014 et 2023 a permis de quantifier les changements de classes d'occupation de sol. Les figures 8 et 9, ci-après présentent l'évolution de l'occupation du sol entre 2001 et 2023.



Source : Image Landsat 2001 et 2023.

Conception : EVANG Yves A, 2023

Les zones les plus impactées par cette évolution sont celles de Sotéga, Fin goudron, Ondogo. Il s'agit des zones où l'on enregistre les plus fortes inondations. Cela se justifie par la nette régression de la classe végétation arborée et herbacé souvent localisées aux zones humides au détriment de celle du bâti. Dans le détail, les changements de classes pour les périodes 2001, 2014 et 2023 ont été analysés (tableau2).

*Tableau 2 : Taux occupation du sol par classes et par année*

Années	Classes						Total
	Route	Bâtis	Végétation Arboré	Végétation Herbacé	Eaux	Sos Nus	
2001	4.2%	40.9%	21.9%	24.7%	0.3%	7.8%	100%
2014	5.70%	51.52%	10.96%	19.91%	1.15%	10.75%	100%
2023	7.66%	67.24%	14.15%	10.02%	0.34%	0.59%	100%

Source : EVANG Yves A, 2023

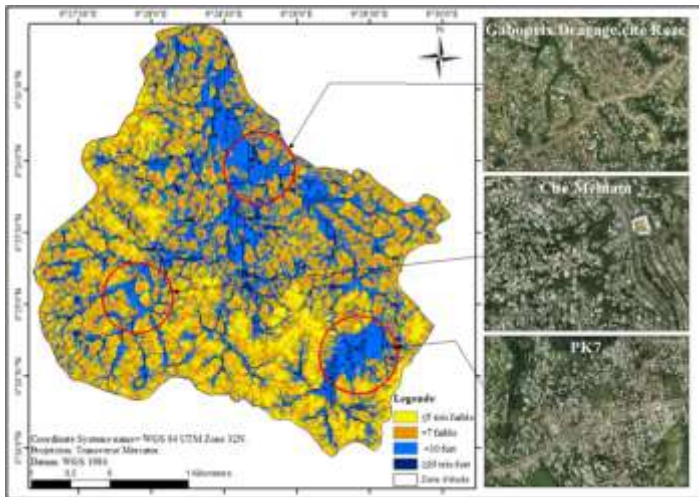
Les six classes ont chacune connus une évolution entre 2001 et 2023. Les classes bâtis et route sont celles qui ont connu une évolution croissante de 41% à 66% pour le Bâtis et de 4% à 7% pour la route. La végétation herbacée proche des rives des cours d'eaux et des zones humides connaît également une évolution décroissante au profit des classes bâtis et routes. Elle est passé de 24% en 2001 à 19,91% en 2014 et 10% en 2023. En 2023, la végétation arborée a connu une augmentation de 4% par rapport à 2014. Cette situation pourrait se justifier par l'abandon de multiples projets immobiliers dans les zones humides, à la suite des modifications de la loi sur la protection de la forêt classée de Sibang et l'écosystème de mangrove. De manière globales, les plus grosses pertes s'observent naturellement sur les classes Végétation herbacée (-14,1%) et Arboré (-7,3%). Enfin, la classe sols nus qui correspond aux espaces en cours de terrassement connaît une décroissance au fil des années. Cette dynamique témoigne du passage de cette classe vers des zones artificialisées.



### 3.7. Zone potentiellement hydromorphe

Les zones hydromorphes ; espaces saturées en eau dans le sol et inondées de façon saisonnière ou permanente ont été déterminée en utilisant l'indice *Topographic Wekness Indexe (TWI)* tel que décrit par Sorensen et al. (2006 :102). Cet indice a permis de *calculer* la capacité de rétention et de rejet d'eau par les sols hydromorphes. La combinaison des pentes avec les surfaces drainées a abouti à l'élaboration de quatre classes seuillées de très faible, faible, fort et très fort (figure 10). Ce seuillage s'inspire également des travaux de Lemerrier et al. (2019 : 54).

*Figure 10* seuillage spatiale des zones hydromorphes



Source ; SRTM Libreville.

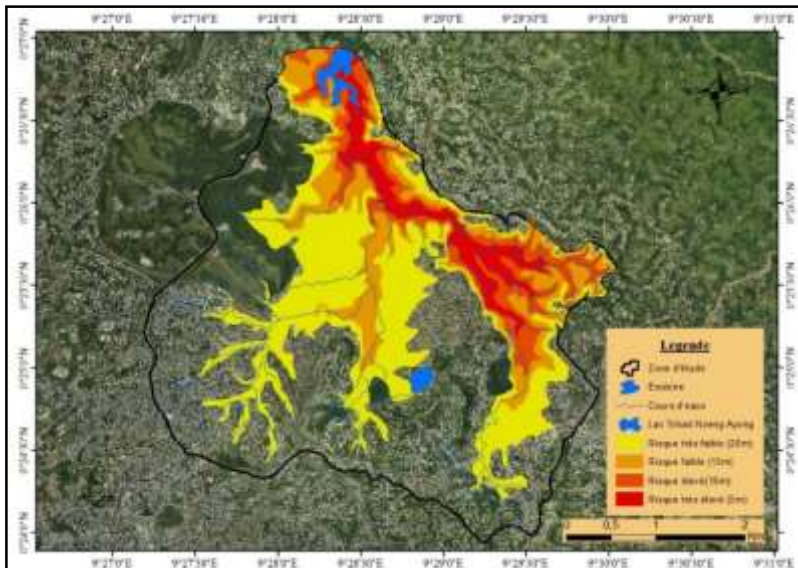
Conception ; EVANG Yves A, 2023

Les classes les plus élevées (forts et très fort) se localisent à Gaboprix Dragage, Cité rose, cité Mebiame et au PK7.

### 3.8. La vulnérabilité aux inondations

Les risques d'inondation font partie des problèmes majeurs que vivent les populations installées dans le bassin hydrographique de la Mékangoué. Les enjeux exposés aux inondations sont impactés et subissent des dommages, des perturbations ou des pertes. La caractérisation de la vulnérabilité par rapport aux inondations s'est faite sur la base de quatre classes en lien avec le relief (figure 11).

**Figure 11** cartographie du risque inondation dans la zone d'étude



Source : Orthophotos de Libreville 2013.

Conception : EVANG Yves A, 2023

Les classes de vulnérabilité aux inondations varient de nul à très élevé. L'analyse de distribution spatiale des classes de vulnérabilité aux inondations révèle que l'espace caractérisé par le risque nul est de 15% de la superficie du bassin versant. Les classes risquent très faible et faible sont les plus représentées et occupent respectivement 45% et

22% de la zone d'étude. Enfin, les classes liées aux risques fort et très forts sont les moins représentées avec respectivement 12% et 6%. La prédominance des classes risque élevé se justifie par la présence des plaines alluviales assez larges. Elles sont de 1500 mètres entre la mairie et le rond-point de Nzeng-ayong et 900 m du côté de Terre Nouvelle. La compréhension des mécanismes responsables de la vulnérabilité est essentielle pour élaborer des stratégies d'adaptation et de réduction de risques à travers un renforcement de leur capacité de résilience. À titre d'exemple, les alentours du complexe sportif et la cité voisine du rond-point de Nzeng-ayong apparaissent presque épargnés avec une vulnérabilité faible et très faible. Il apparaît clairement que l'habitat planifié est un facteur de résilience. À l'inverse l'absence de planification urbaine dans les zones de Gaboprix Dragage, Cité Mebiam, PK8, Ondogo et Fin goudron sont les plus vulnérables aux inondations. Ces quartiers qui se trouvent naturellement dans des zones à risques sont aussi des endroits très prisés pour l'installation humaine. Le foncier ici est moins couteux.

## Discussion

La relation entre la croissance urbaine et le risque d'inondation dans les villes littorales est un sujet d'actualité qui ouvre de nombreuses perspectives pour la recherche. La situation pour la ville de Libreville n'est pas nouvelle. Les caractéristiques physiques du bassin versant de la Mékangoué sont favorables aux inondations. En effet, les caractéristiques naturelles du relief, du sol, du climat, du réseau hydrographique et du système de drainage prédisposent ce territoire au risque d'inondation (Menié Ovono et Pottier, 2019 : 40). Les résultats obtenus confirment les travaux déjà réalisés sur les bassins versants de quelques cours d'eau de l'agglomération de Libreville par Menié Ovono et Patrick Pottier (2019 : 39), Toupé (2021 :86) Essono Milla et *al.*, (2021 : 234). En effet, dans l'agglomération de Libreville en dehors de quelques hauts reliefs prononcés tels que Mont Bouet, Nkol-Ogoum et Terre-Nouvelle, le reste du relief reste peu marqué avec plusieurs bas-fonds et vallées dont le fond est plat et marécageux (Evang, 2023 : 88). La présence de lacs, marécages et de marais de mangrove contribue à situer autour 85% la superficie des zones vulnérables aux inondables dans le bassin versant de la Mékangoué.

L'analyse diachronique de l'occupation du sol pour la période 2001-2023 dans le bassin versant de la Mékangoué rejoint les tendances obtenues dans des études antérieures à celle-ci sur d'autres secteurs de l'agglomération de Libreville. Il s'agit de (Menié Ovono et *al.* (2017 : 299), Toupe (2021 :68), Essono Milla (2022 : 103) et (*African Development Bank Group*, 2021 : 53) qui illustrent une urbanisation croissante non maîtrisée vers des zones basses. De plus, la vulnérabilité des populations aux inondations est fonction de leur typologie avec croissance du risque liée à la croissance urbaine non maîtrisée qui modifie considérablement le comportement hydrologique (Menié Ovono et Patrick Pottier ; 2019 : 48). La cartographie des zones propices aux inondations issue de cette réflexion a abouti à une spatialisation et classification du risque potentiel d'inondation en fonction de l'exposition différenciée du bâti dans les zones inondables (Essono Milla et *al.*, 2021). L'absence d'un plan d'occupation du sol et d'un schéma directeur d'aménagement est responsable de l'occupation anarchique du sol dans les zones potentiellement hydromorphes propice aux inondations (Menié Ovono et *al.* ; 2017 : 300). Pour Mounganga (2006 : 123), l'installation des populations dans les zones à risque permet également d'aborder les questions en lien avec la pauvreté. Face au risque permanent des inondations à Nzeng-Ayong, le gouvernement a lancé un vaste programme d'assainissement des eaux pluviales par la construction de deux canaux dans le bassin hydrographique de la Mékangoué. Il s'agit de Terre-Nouvelle et Aboang (République Gabonaise, 2009 :2 ; République Gabonaise, 2015) sur respectivement un linéaire de 1,3 et 2,3 km. Cependant force est de constater que ces ouvrages très localisés méritent d'être étendus à l'ensemble du bassin versant pour une meilleure gestion des eaux pluviales. De plus, le débordement fréquent de ces ouvrages impose de mettre en place un suivi hydrologique et pluviométrique afin de disposer d'informations scientifiques fiables pour le calibrage des ouvrages à venir dans le bassin hydrologique de la Mékangoué.

## Conclusion

Le bassin hydrographique de la Mékangoué enregistre d'importantes inondations avec des conséquences dommageables sur plusieurs

secteurs d'activités. Sur la base des caractéristiques physiques et humaines, la structuration d'une base de données géospatiale dans un SIG a contribué à la localisation des zones potentiellement vulnérables à l'aléa inondation. Aussi, l'analyse de l'évolution du bâti nous a permis de démontrer une véritable colonisation des zones non aedificandi. Pour lutter contre les inondations, des mesures ont été entreprises. Il s'agit de la construction des ouvrages d'assainissement des eaux pluviales notamment le canal de Terre-Nouvelle et celui de Nzeng-ayong. Cependant le problème reste entier. Dans ce contexte, la mise en place des mesures d'adaptation qui s'inscrivent sur le long terme et à l'échelle de l'ensemble du bassin versant s'imposent. Certains résultats de cette étude peuvent être mis à profit pour la mise en place d'un observatoire doté d'un réseau de mesurage des processus hydro et météorologiques orienté vers la durabilité en impliquant la dimension changement climatique.

### Références bibliographiques

Abhas K Jha, Robin Bloch, Jessica Lamond (2012). *Cities and flooding : A guide to integrated urban flood risk management for the 21st century*. World Bank Publications.

Acciona Ingeniera. (2011). *Stratégie Nationale d'Adaptation du Littoral Gabonais Face aux Effets des Changements Climatiques*. UNDP.

African Development Groupe. (2021, septembre 26). *Gabon—Projet d'actualisation des études en vue de l'aménagement des bassins versants de Gue-Gue, Lowe-IAI et Terre nouvelle*. Banque africaine de développement ; African Development Bank Group. <https://www.afdb.org/fr/documents/document/gabon-projet-dactualisation-des-etudes-en-vue-de-lamenagement-des-bassins-versants-de-gue-gue-lowe-iai-et-terre-nouvelle-gpn-19504>

Biboutou Armel. (2022). *Dynamiques d'urbanisation et risques écosystémiques dans la région de Libreville (Gabon)* [These de doctorat, Université Paris Cité]. <https://theses.fr/2022UNIP7047>

Essono Milla Dimitri. (2022). *Caractérisation de l'étalement urbain et des inégalités environnementales à Libreville (Gabon)* [PhD thésis, Le Mans Université]. <https://theses.hal.science/tel-03957040>

Essono Milla Dimitri, Okanga-Guay Marjolaine, Moukana Libongui Jean-Aurélien, Libongui Gerald Emmanuel, Itongo Marie-Thérèse, Mombo Jean Bernard. (2021). *Esquisse de modélisation des risques d'inondations dans le bassin versant de la rivière Gué-Gué à Libreville (Gabon). Volume 1*, 223-240.

Evang Yves Aristide. (2023). *L'aléa inondation dans le bassin hydrographique de la Mékangoué : Contribution pour l'élaboration d'un plan d'adaptation.*, Mémoire de Master Régional «Gestion Intégrée des Environnements Littoraux et Marins» (GIELM), Parcours : Aménagement, Université Omar Bongo, Département des sciences géographiques, environnementales et marines, Libreville, 136p.

Gemene François, Blocher Julia, De Longueville Florence, Vigil Diaz Telenti Sara, Zickgraf Caroline, Gharbaoui Dalila, & Pierre Ozer, (2017). *Changement climatique, catastrophes naturelles et déplacements de populations en Afrique de l'Ouest.*

James Barry (2008). *La prévention des catastrophes : Le rôle de l'UNESCO.*

[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000150435\\_fre/PDF/150435fre.pdf.multi](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000150435_fre/PDF/150435fre.pdf.multi)

Lemercier Blandine, Lacoste M., Loum M., Berthier L., Le Bris A-L., et Walter C. (2013). Apport de la cartographie numérique des sols pour prédire l'hydromorphie et l'extension des zones humides potentielles à l'échelle régionale. *Étude et Gestion des Sols*, 20(1), 47-66.

Menié Ovono Zéphirin et Pottier Patrick. (2019). *Le risque inondation dans les petits bassins- versants côtiers urbains de Libreville (Gabon) : Exemple d'Ogombié et d'Indongui.*

Menie Ovono Zéphirin, Itongo Marie-Thérèse., Moukana Libongui Jean-Aurélien. (2017). « Les villes inondées du littoral du Gabon ». *Les régions Littorales du Gabon - Éléments de réflexion pour une planification stratégique du territoire*, Coédition LETG-Nantes Géolittomer, UMR 6554 CNRS (France) et Raponda-Walker (Gabon), pp. 289-313.

Mombo Jean-Bernard., Edou Mesmin (2007). Assainissement et explosion urbaine au Gabon. *Villes en Parallèle*, 40(1), 196-225. <https://doi.org/10.3406/vilpa.2007.1443>

Moughola Leyoubou Lydie. (2020.). *L'étalement urbain de la ville de Libreville, enjeux socio-économiques entre 1993 et 2013 : L'exemple de la périphérie Est, Maîtrise en sciences géographiques.*

Mounganga Magloire-Désiré. (2006). Les inondations à Libreville : Problèmes de pauvreté ou mauvaise occupation du sol ? Analyse des cas autour de quelques bassins versants. *La pauvreté (Concepts, Regards, Territoires, Sociétés)*, 9-10(n° 9-10. Libreville), 113-119.

Organisation Mondiale de la Météorologie. (2019). *Atlas de la mortalité et des pertes économiques dues à des phénomènes météorologiques, climatiques et hydrologiques extrêmes (1970-2019)*. <https://library.wmo.int/fr/records/item/55396-atlas-de-la-mortalite-et-des-pertes-economiques-dues-a-des-phenomenes-meteorologiques-climatiques-et-hydrologiques-extremes-1970-2019?offset=97>

Pulvirenti Lucas, Chini Marco, Pierdicca Nazzareno, Guerriero Luigi, Ferrazzoli **Paolo**. (2011). Flood monitoring using multi-temporal COSMO-SkyMed data : Image segmentation and signature interprétation. *Remote Sensing of Environment*, 115(4), 990-1002. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.12.002>

REPUBLIQUE GABONAISE. (2015). *PROJET DE DÉVELOPPEMENT DES INFRASTRUCTURES LOCALES (PDIL) PHASE 2 : Travaux de pavage de 1600 m de voirie urbaine entre la route du PK 7 et la voie express 2 (5eme arrondissement à Libreville)*. Notice d'Impact Environnemental et Social (NIES), rapport final, 89p.

Sørensen Rasmus, Zinko Ursula, Seibert Jan. (2006). On the calculation of the topographic wetness index : Evaluation of different methods based on field observations. *Hydrology and Earth System Sciences*, 10(1), 101-112. <https://doi.org/10.5194/hess-10-101-2006>

Tanguy Marion. (2012). *Cartographie du risque d'inondation en milieu urbain adapté à la gestion de crise. Analyse préliminaire*. Doctorat en Sciences de l'eau, Institut national de la recherche scientifique Centre Eau Terre Environnement Québec, ISBN : 978-2-89146-765-0, 93p.

Toupe Ahouéfa Gérarda Maiëlla 2021 (2021). *Dynamique côtière et anthropisation de la Baie d'Akouango (Gabon) de 2008 à 2021 : Contribution à l'élaboration d'un plan d'aménagement*. Mémoire de master régional « Gestion Intégrée des Environnements Littoraux et Marins », Parcours : Aménagement, Université Omar

Bongo, Département des sciences géographiques, environnementales  
et marines, Libreville, 140p.

C  
O  
L  
L  
E  
C  
T  
I  
O  
N

P  
L  
U  
R  
A  
X  
E  
S

/  
M  
O  
N  
D  
E