

Occupation de la rive Nord-ouest de Douala et vulnérabilité des populations aux inondations

Juscar Ndjounguep, Université de Yaoundé I

RESUME

L'étude montre la corrélation entre la variabilité pluviométrique annuelle et interannuelle et la fréquence des inondations qu'a connues la rive Nord-ouest de Douala entre 1980 et 2010. Elle s'est appuyée sur des données issues des archives, des enquêtes et des traitements statistiques et cartographiques. Les résultats montrent que le site est particulièrement prédisposé aux inondations compte tenu des conditions physiques du milieu et de la pression anthropique. Douala enregistre près de 4 000 mm de pluies réparties sur 10 à 11 mois consécutifs ($P \geq 50$ mm). Ces pluies tombent en moyenne sur 200 à 230 jours durant l'année et certains mois comme juillet et août peuvent enregistrer des pluies des semaines durant sans interruption. D'autre part, le site se caractérise par la platitude de son relief qui favorise une évacuation très lente des eaux d'écoulement. Les rivières qu'il comporte coulent à fleur de surface et débordent fréquemment de leur lit. A cela s'ajoute des sols hydromorphes des plaines d'inondation peu perméables qui favorisent la stagnation des eaux issues non seulement des fortes pluies, mais aussi des marées hautes.

L'analyse des données pluviométriques montre une forte variabilité des précipitations, qu'elle soit décennale, annuelle, mensuelle ou journalière. Toujours est-il que les inondations entraînent de nombreux dégâts sur les biens, les personnes et l'environnement. Face à cette catastrophe, les populations mettent en œuvre de nombreuses stratégies d'adaptation. Qu'elles soient anticipatives ou réactives, ces mesures sont dans l'ensemble peu efficaces à court et moyen dans une zone où les maladies d'origine hydrique sont sans cesse croissantes, y compris le choléra.

Mots clés : adaptation, fortes pluies, habitat spontané, inondation, sols hydromorphe, plaine, risque sanitaire, vulnérabilité.

Contexte de l'étude

Objectif

Ce travail vise à apporter une contribution aux connaissances des facteurs et des impacts des inondations dans l'arrondissement de Douala 4e. Il s'agit de déterminer le degré et les conditions de la vulnérabilité de ses habitants aux avènements des inondations.

Problématique

L'un des défis environnementaux auxquels sont confrontées les populations de la ville de Douala est la variabilité climatique. Les conditions climatiques de cette localité sont marquées par : l'instabilité des régimes pluviométriques, la forte fréquence des fortes averses, des faux départs et retours tardifs des pluies, des épisodes pluvieux abondants et violents, pouvant s'étaler sur plusieurs jours. Ces aléas dans le bassin versant entraînent d'autres événements météorologiques extrêmes que sont les inondations, devenues de plus en plus récurrentes dans la zone. Tchiadeu G. et al, (2010) affirment que la modification des précipitations observées depuis 1957 est à l'origine des inondations qui pèsent sur la vie des populations de la ville.

La gestion des inondations reste encore anarchique dans la ville (Mahou. C, 2005). En 1980, la mairie de Douala a créé un service technique municipal dont les objectifs étaient de réduire ou de mettre fin aux inondations. Ce qui a permis la mise en place en 1984-1986 et 1987 du « crash programme » de prévention durant lequel certains canaux principaux et secondaires ont été curés et dragués voire modifiés. Des travaux similaires ont été répétés après les inondations de 2000 dans les chenaux de plusieurs cours d'eau de la ville. Suite à ces inondations, un autre programme

dénommé « *Programme de curage des drains* » a été mis en place. Ce dernier consistait non seulement au curage et au dragage, mais aussi en la destruction de tous les ouvrages et habitations susceptibles de gêner l'écoulement des eaux. Certains méandres des cours d'eau ont été supprimés afin d'accroître la vitesse des eaux. Suite à la pression démographique et à la récurrence des inondations dans certains quartiers, ces mesures se sont révélées peu efficaces. Au total, l'inaction et le manque de volonté des uns et des autres acteurs de la société laisse penser que la situation est dans l'impasse et que la fin des inondations n'est pas pour demain. Autrement dit, les débordements des cours d'eaux sont-ils une fatalité dans le bassin versant de la Besséké ? Peut-on, par le biais d'un diagnostic lucide, établir les responsabilités afin de déterminer des plans d'action viables et réalistes sur le moyen et long terme pour juguler l'avènement des inondations sur le site ?

Justification du choix du sujet

Le thème de la relation entre la variabilité pluviométrique et la vulnérabilité des populations aux inondations est un sujet d'actualité. Il s'inscrit dans le programme du projet CLUVA intitulé : « *Climate change and Urban Vulnerability in Africa* », financé par l'Union Européenne. Ce projet qui associe des chercheurs et des enseignants des institutions et des universités d'Europe et d'Afrique vise à évaluer la vulnérabilité des villes africaines face aux changements climatiques et à proposer des stratégies d'adaptation afin de réduire la vulnérabilité des villes africaines face au changement climatique. L'objectif de ce projet est d'intégrer les changements climatiques dans les programmes politiques d'aménagement et de gestion urbaine de manière à limiter les catastrophes liées aux changements climatiques en milieu urbain.

Délimitation spatiale

Le site d'étude porte sur ce Bassin versant de la rivière Besséké parce qu'il est situé dans une zone complètement délimitée par des cours d'eau, à savoir le Wouri et ses affluents de la rive droite à la hauteur de son estuaire. L'autre raison du choix tient au fait que l'extension des marges urbaines a été très rapide au cours des dernières années et se singularise par le caractère informel et incontrôlé de cette dynamique spatiale.

Délimitation temporelle

Cette étude s'étend de l'année 1980 à nos jours. Depuis 1980, nous disposons de façon quasi ininterrompue des données sur les précipitations relatives à notre zone d'étude. Celles-ci portent précisément sur l'analyse journalière des pluies dans la zone où nous examinerons tour à tour les hauteurs pluviométriques annuelles, le nombre de jours de pluies, le maximum pluviométrique journalier et l'index d'intensité pluviométrique.

Contexte scientifique

L'approche expliquant les inondations par la recrudescence des pluies

En prenant le cas des villes sénégalaises, les auteurs Sene et Ozer (2002) ont pu étudier la relation événements pluvieux et inondations. Par cette étude, ils aboutissent à la conclusion selon laquelle les inondations récurrentes dans de nombreuses villes sénégalaises sont dues premièrement aux précipitations journalières exceptionnelles et deuxièmement aux caractéristiques à l'aménagement urbain déficient.

L'approche expliquant les inondations par l'urbanisation anarchique et l'imperméabilisation du sol

En régions tropicales humides, l'extension des villes pose généralement des problèmes de déforestation et indirectement celui de l'accroissement de la lame d'eau ruisselée au détriment des infiltrations. A l'évidence, 1000 km² de forêt retiendrait bien plus de 50% du ruissellement tandis que cette même superficie bâtie et imperméabilisée l'accroîtrait de plus de 50% (Hérodote 121, 2006). En effet, l'homme devient un agent amplificateur des inondations par ses divers aménagements qui consistent principalement à la réduction de la capacité de circulation et d'infiltration des eaux d'écoulements. Ces actions peuvent être les défrichements culturels ou l'implantation de l'habitat et des infrastructures. Au Mozambique, les inondations meurtrières de mars 2000 à Palmera furent attribuées non seulement à la pluviométrie parfois très abondante, mais surtout aux constructions

anarchiques et spontanées des habitations qui n'ont pas été accompagnées de dispositifs de drainage adéquats.

Cadre conceptuel

Variabilité pluviométriques :

Selon Mayhew S. (1997), la variabilité des précipitations est la fluctuation des quantités de précipitations (déficitaires et excédentaires) par rapport à la normale d'une période donnée et dans une ou plusieurs stations météorologiques. Pour Boko (1988) cité par Beltrando (1995) et Brou (2005), il s'agit de la mobilité ou la variation du schéma pluviométrique moyen et l'accentuation des valeurs extrêmes à toutes les échelles temporelles et spatiales.

Vulnérabilité :

La notion de vulnérabilité désigne la susceptibilité d'un système naturel ou humain à être affecté par les effets négatifs du changement, de la variabilité et des extrêmes climatiques. Par conséquent, elle induit toute capacité à anticiper, résister ou s'adapter aux impacts négatifs du climat ou à se remettre de ces impacts (UNFCCC, 1992)¹. Le GIEC la définit comme le degré par lequel un système risque d'être affecté ou de subir des effets néfastes des changements climatiques, ainsi que sa capacité d'exposition d'un système face à un environnement changeant (catastrophe) ainsi que la capacité de celui-ci à pouvoir limiter les effets néfastes.

Adaptation :

C'est la capacité d'un système à s'adapter à l'aléa et ses effets induits (FPA, 2008). Elle consiste à développer diverses options visant à limiter les impacts négatifs et éviter les dommages importants, en tenant compte des conséquences indirectes à long terme (ONERC, 2007 ; PNUD, 2008). La notion d'adaptation est aussi vieille que le monde. Sa perception varie d'une société à l'autre et dépend des moyens d'existence des populations et du niveau de développement du pays.

Cadre théorique

La variabilité pluviométrique dans la ville de Douala

Depuis la fin des années 1970, la modification profonde qu'a subie le régime des précipitations en Afrique Subsaharienne a fait l'objet de plusieurs travaux (Suchel, 1988 ; Paturel et al., 1995 ; 1998, Serval et al., 1999 ; Tsalefac 2006, Pohl, 2007) Tous ces auteurs s'accordent sur le fait que les précipitations en Afrique Subsaharienne sont caractérisées par une variabilité spatio-temporelle très prononcée dans les décennies 70 et 80.

La vulnérabilité dans la ville de Douala

Pour évaluer la vulnérabilité d'une organisation, d'une structure ou d'un territoire aux risques liés au changement climatique en étudiant notamment son exposition et sa sensibilité. Il existe deux niveaux de périmètres généralement utilisés par les collectivités pour évaluer leur exposition et leur sensibilité aux changements climatiques.

Ainsi trois grands courants de pensée autour de la notion de vulnérabilité : l'approche par aléas, celle par la pauvreté et celle par changement climatique.

Approche méthodologique

La méthodologie utilisée dans le cadre de cette recherche s'est articulée autour de deux axes principaux d'investigations : la collecte des données, le traitement et l'analyse des données.

Collecte des données

Nous avons distingué d'une part les données secondaires collectées à travers les recherches documentaires et d'autre part les données primaires collectées sur le terrain à travers les enquêtes par questionnaires, les entretiens, les observations directes...

- ***Les données secondaires***

La première phase a consisté à l'exploitation de la littérature sur les changements climatiques et la vulnérabilité urbaine face aux risques climatiques, sur la problématique des inondations en milieu urbain. Cette recherche a été effectuée dans les bibliothèques de la CUD, de l'université de

Yaoundé1 et de l'université de Douala, du département de géographie, du MINTAD... Des sites Internet ont également été consultés.

- **Les données climatiques**

Les données climatiques de la station de Bonanjo (les précipitations journalières, mensuelles et annuelles) sur une série d'observation de 31 ans, soit de 1980 à 2003) ont été obtenues au CEW de Yaoundé (Cameroon Environmental Wacth). Elles ont été complétées grâce à celles obtenues à direction nationale de la météorologie à Douala. Nous avons également utilisé les données horaires des pluies du document TCM, ce qui nous permis non seulement les quantités journalières de pluies, mais aussi de déterminer leurs débuts et leurs fins.

- **Les questionnaires d'enquête**

Les questionnaires ont été administrés dans 5 quartiers (Mambanda, Nkomba, Besséké, Bonassama et Bonaminkano.) du bassin versant. Ces quartiers peuvent être divisés en deux groupes suivant la vulnérabilité de leurs populations aux inondations : celles habitant dans les marécages et la plaine (Mambanda, Nkomba et Besséké) et celles se situant un peu en altitude sur le plateau (Bonassama et Bonaminkano). Dans le premier cas, il s'agit des populations directement affectées par les inondations et qui sont par conséquent très vulnérables. En raison de nos objectifs d'étude, nous avons consacré plus de temps aux habitants des bas-fonds qu'on appelle « élobi » à Yaoundé.

Traitement et analyse des données

La cartographie a été réalisée grâce aux logiciels Adobe illustrator et Mapinfo professionnel version 8.5. Elle a été réalisée en partie sur la base d'un modèle numérique de terrain (MNT). Il s'agit d'un DEMASTER échantillonné à 15 m. Grâce à cette cartographie, nous avons ressorti toutes nos cartes.

La cartographie des zones à risque d'inondation s'est faite sur la base des critères pentes, hygromorphologie et proximité par rapport au cours d'eau. Ainsi sont considérées comme zones à risque d'inondation les zones dont la distance par rapport au cours d'eau est inférieur 100m et dont la pente est inférieure ou égale à 1.5%.

Les données climatologiques ont été traitées essentiellement par les méthodes statistiques des régimes pluviométriques, notamment la variable centrée réduite qui est le rapport de l'écart à la moyenne sur type. Elle mesure un écart par rapport à une moyenne centrée sur une longue période permettant de définir les périodes excédentaires d'une part et les périodes déficitaires d'autre part. Elle se traduit par la formule suivante : $(X_i - M) / S$

X= Moyenne de l'année à étudier

M= Moyenne interannuelle de la variable étudiée

S= Écart type de la variable sur la même période de référence. Et la segmentation d'Hubert qui fournit au moyen d'un algorithme spécifique une ou plusieurs dates de ruptures.

Résultats

1. Le bassin versant de la Besséké, un relief relativement plat

Le bassin versant de la Besséké appartient au grand ensemble que constitue la plaine côtière de l'estuaire du fleuve Wouri.

1.1. Une très faible incision des cours d'eau : une tendance nette aux débordements

Il a été déterminé à partir de la mesure de la superficie et du périmètre du bassin versant. D'après les travaux de R. Feumba et al. (2011), le bassin versant de la Besséké a une superficie de 436,6 ha et un périmètre de 9,197 km. La forme du bassin est donnée par l'indice de compacité de Gravelius (Kc) défini comme le rapport du périmètre du bassin à celui d'un cercle de même surface. La valeur de Kc est de 1,237 montrant que le bassin a une forme assimilable à celle d'un rectangle; pour une longueur équivalente $L = 3,32$ km, et une largeur équivalente $l = 1,32$ km. Cet indice d'après les lois hydrologiques signifie que nous avons affaire à un bassin versant de forme compacte (Njakou, 2009) cité par D. Agoume, 2013).

1.2. Des sols hydromorphes très peu perméables

Le sous bassin de Douala a pour sédiments dominants les sédiments du Quaternaire représentés par la formation du Wouri datée du Plio-Pléistocène. C'est une unité non consolidée, sableuse avec intercalations de silts, d'argiles et d'argilites reposant sur les grès de base (...).

Ces sols ont une évolution dominée par la présence dans le profil d'un excès d'eau qui peut provenir d'une nappe phréatique permanente (gley) ou d'un engorgement temporaire (pseudo-gley). Ces sols sont de texture argileuse et sont localisés sur l'estuaire du Wouri. On les rencontre particulièrement dans les quartiers Nkomba, Manbanda et Besséké.

1.3. Une nappe phréatique subaffleurante

D'après nos enquêtes, la nappe phréatique se situe très proche de la surface. La preuve est que pour l'atteindre, il ne faut pas creuser plus de 1,5 m en saison de pluies. Dans les plaines d'inondation, l'eau est retrouvée à moins d'un mètre lorsqu'on creuse un puits. De la sorte, les fosses septiques donnent l'impression d'être pleine alors qu'on vient juste de les creuser. Cet état de fait que les sols rapidement saturés en eau sitôt après les premières pluies. Les eaux d'écoulement ne pouvant plus s'infiltrer sont contraintes de s'écouler en surface ou de stagner simplement sur les terrains plats. Les possibilités d'inondations sont donc très élevées compte tenu de la faible infiltration des eaux d'écoulement.

1.4. Un climat très humide marqué par une longue saison des pluies

Le site de Douala est soumis à un climat de type équatorial océanique. La région subit ainsi, en raison de sa proximité de l'Atlantique, l'influence de la zone des « moussons », vents humides en provenance de l'anticyclone de sainte Hélène (Suchel, 1988 ; PDU-POS, 2011). Les principales caractéristiques de ce climat sont, d'une part, une chaleur permanente et, d'autre part, une humidité constante toute l'année durant. Les données disponibles compilées notamment par Olivry (1986) montrent des moyennes mensuelles et annuelles des pluies (mm) et d'humidité relative (%) très élevées. En revanche, l'évaporation de piche (mm) est faible, de même que l'évapotranspiration potentielle (ETP mm) (tableau).

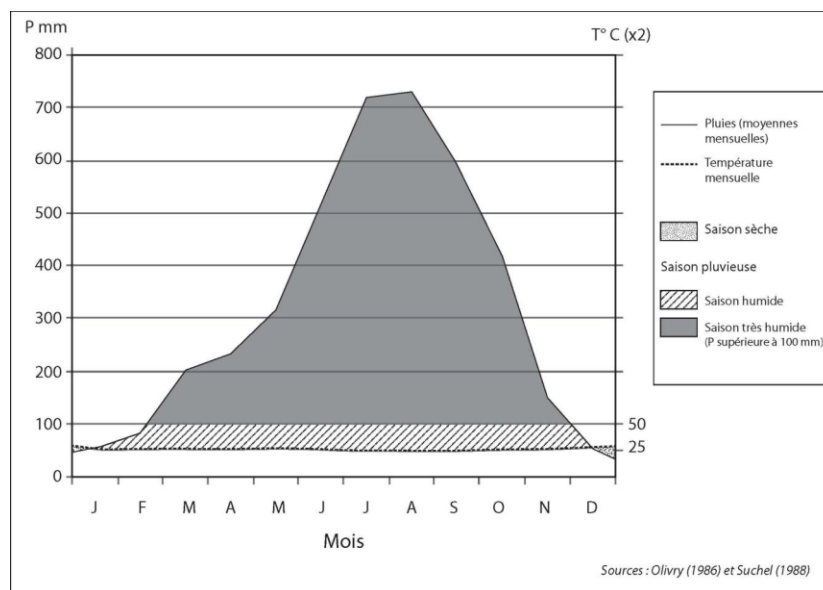
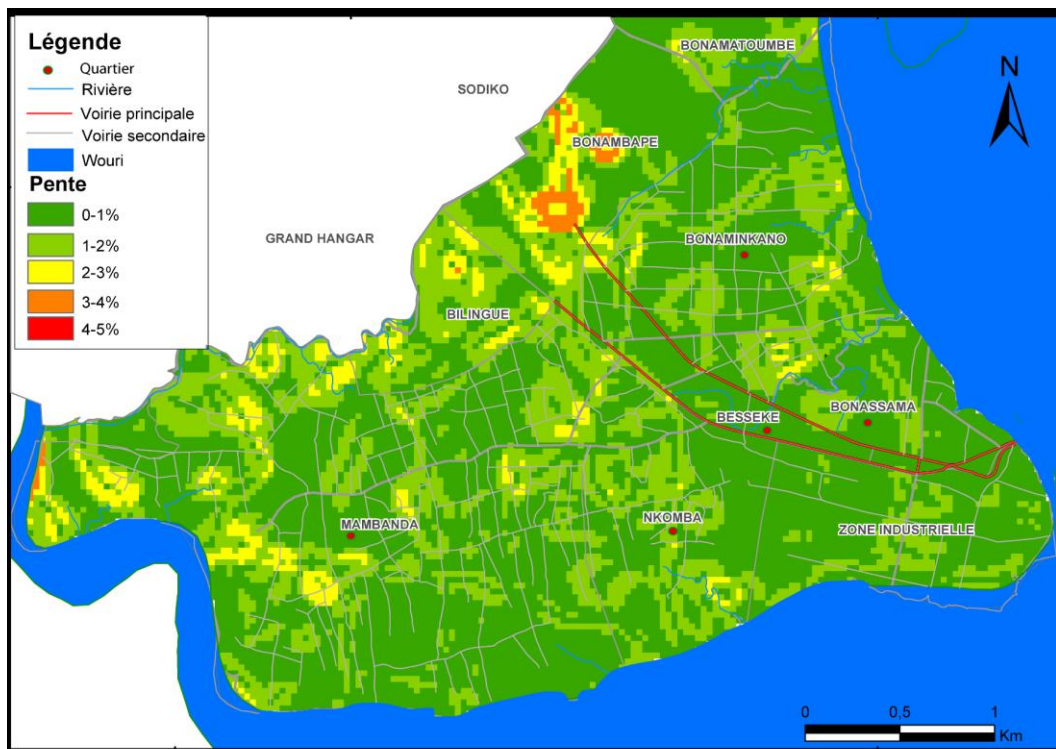


Figure 1: Le diagramme ombrothermique de Douala

Il fait donc chaud durant toute l'année quel que soit la période ou la saison. La lourdeur de l'atmosphère est amplifiée aussi en toute saison par un taux d'humidité relative dont la moyenne annuelle est de 85,5%. Cette humidité relative demeure très élevée pendant toute l'année. Les moyennes mensuelles oscillent entre 81,1% pour le minima en janvier et 90,5% pour juillet et août. L'aire est donc constamment saturée en valeur d'eau tout le long de l'année et ce qui explique en grande partie la forte quantité de pluies que le site enregistre au cours de l'année.



Source : Carte topographique, INC

Figure 1: Carte des pentes dans le bassin versant

2. Variabilité des précipitations à Douala

2.1 Variabilité interannuelle des précipitations dans le bassin versant de Besseke entre 1980 et 2010

Les indices pluviométriques sont définis pour chaque classe comme des anomalies centrées réduites (ou standardisées), qui témoignent d'un excédent ou d'un déficit pluviométrique pour l'année considérée, par rapport à la période de référence 1980-2010. Pour chaque année (i), l'indice pluviométrique est calculé suivant la formule de Lamb (1982).

La zone d'étude présente des anomalies atypiques, à l'image de la distribution interannuelle des précipitations, c'est-à-dire une succession d'anomalies positives et négatives au cours de la période d'étude. Il ressort dans l'ensemble que les anomalies pluviométriques fluctuent entre -1 et 1.4 (figure 2)

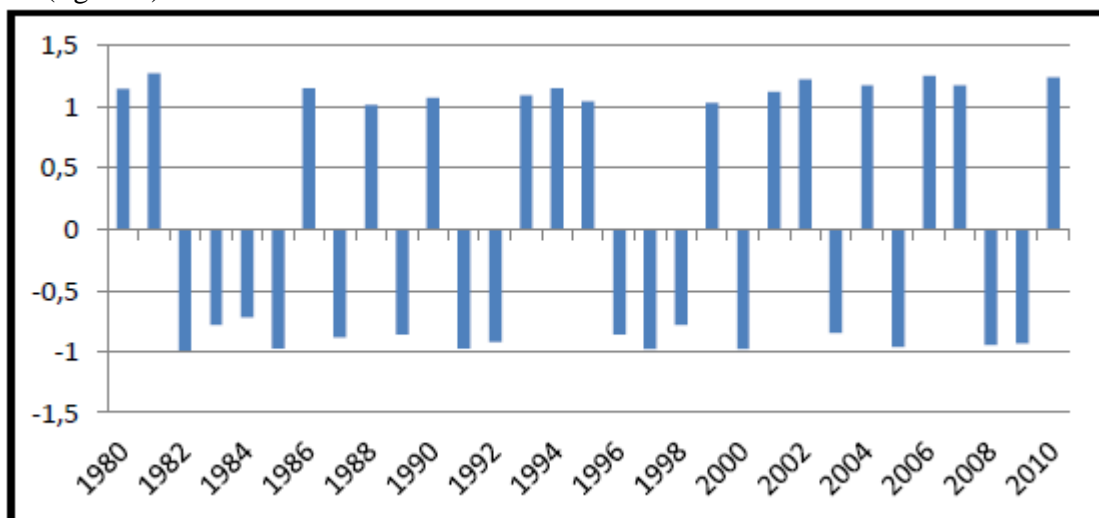


Figure 2 : La variabilité des indices pluviométriques entre 1980 et 2010

2.2. Variabilité interannuelle entre 1980 et 2010

Du fait de sa proximité de l'Océan Atlantique, la ville de Douala bénéficie d'un climat de type Camerounien, caractérisé par deux saisons avec un seul minimum et un seul maximum annuel de précipitations (régime unimodal) correspondant à l'influence maritime directe de la mousson (Suchel, 1972).

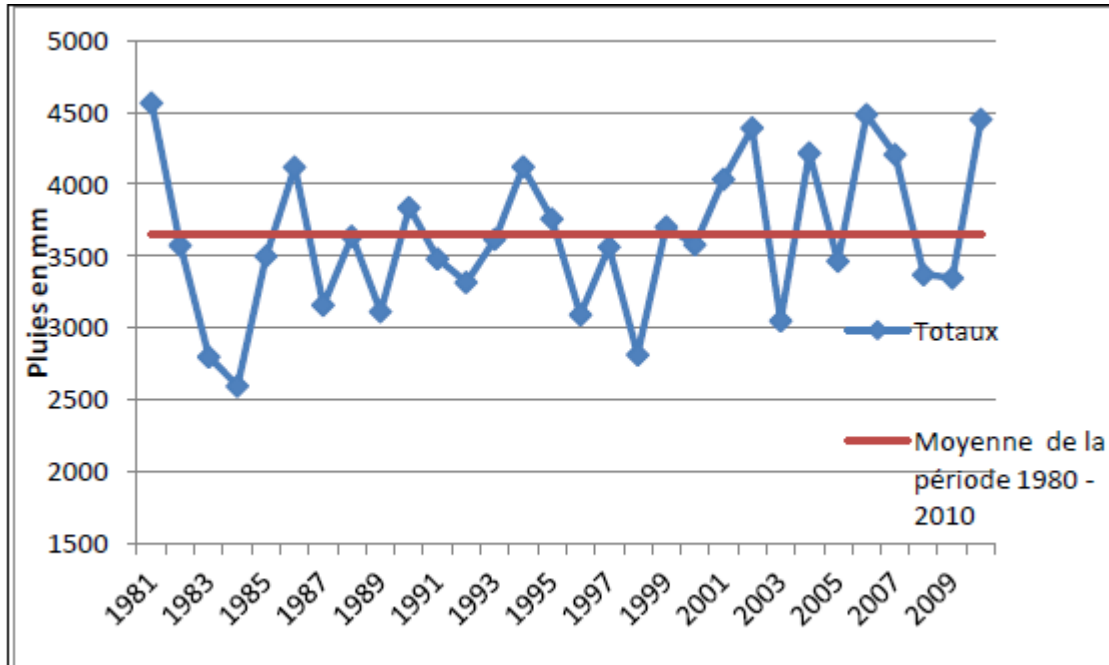


Figure 3 : Evolution de la pluviométrie dans le site de 1980 à 2010

La moyenne cumulée des précipitations de ces trois années étant faible (2 736,4 mm) ainsi que le déficit moyen annuel cumulé élevé (-846 mm), laissent penser à la grande sécheresse des années 80 qui a touché une grande partie de l'Afrique subsaharienne. Pour ce qui est des années excédentaires, l'année 1981 marque l'année qui a enregistré une moyenne la plus élevée (4 565,7 mm). Le cumul moyen annuel (4 386,6 mm), presque le double du cumul des années déficitaires et un excédent moyen annuel cumulé de + 804,2 mm traduisant un redressement de la saison des pluies pendant ces années.

3. Une population en majorité paupérisée

Le niveau de vie des ménages est un paramètre très important dans l'étude de la vulnérabilité des populations aux inondations. En effet, le revenu des ménages détermine le degré d'exposition des ménages aux inondations et leur capacité d'adaptation. Les populations pauvres ne disposant pas assez de moyens pour faire face aux inondations. C'est aussi un facteur déterminant dans le choix des sites de constructions des populations. Les enquêtes révèlent que les bas-fonds marécageux (zones non aedificandis) sont colonisés par des populations dont le revenu est relativement bas contrairement aux zones de plateaux dont les habitants sont pour la plupart des nantis. A ce sujet, notre zone d'étude ne fait pas exception des réalités observables à l'échelle de la ville de Douala en général caractérisée par de faibles niveaux de revenus et des écarts importants entre ménages.

Tableau 1 : Revenus moyens des habitants par quartier (%)

Quartiers					
Revenus	Besséké	Bonamikano	Bonassama	Nkomba	Mambanda
Moins de 25 000	1,82	3,44	4,28	x	1,5
25 000 - 50 000	7,57	4,28	1,5	6	10,33
50 000 -100 000	8,37	4,53	5,48	8	10,39
100 000 - 200 000	1,5	6,56	4,28	0,5	1,19
200 000 et Plus	0,5	4,37	3,11	x	0,5

Source : Enquête de terrain, 2012

3.1. La domination des habitats précaires

L'habitat se définit comme l'ensemble des logements et leur environnement immédiat y compris les équipements et services de base. Le type d'habitat est souvent considéré comme un indicateur objectif du niveau de vie. Par conséquent, il permet d'apprécier la vulnérabilité des populations face aux risques naturels (inondations). L'occupation du site et la répartition de la densité laissent présager la structure du tissu urbain et partant, la qualité de l'habitat. Suivant le matériel de construction et dans certaines mesures l'emplacement de la maison (marécage ou plateau), nous pouvons regrouper l'habitat dans la zone en trois types.

3.3. Typologie de l'habitat selon le matériau de construction

Selon le matériau de construction, nous avons dans notre zone d'étude : l'habitat en dur qu'on peut également qualifier de haut standing, l'habitat semi dur qualifié de standing moyen et l'habitat en carabotte (planche ou tôle) qualifié de très bas standing. Selon notre enquête, la typologie de l'habitat dans notre zone d'étude se présente comme suit (cf tableau 15).

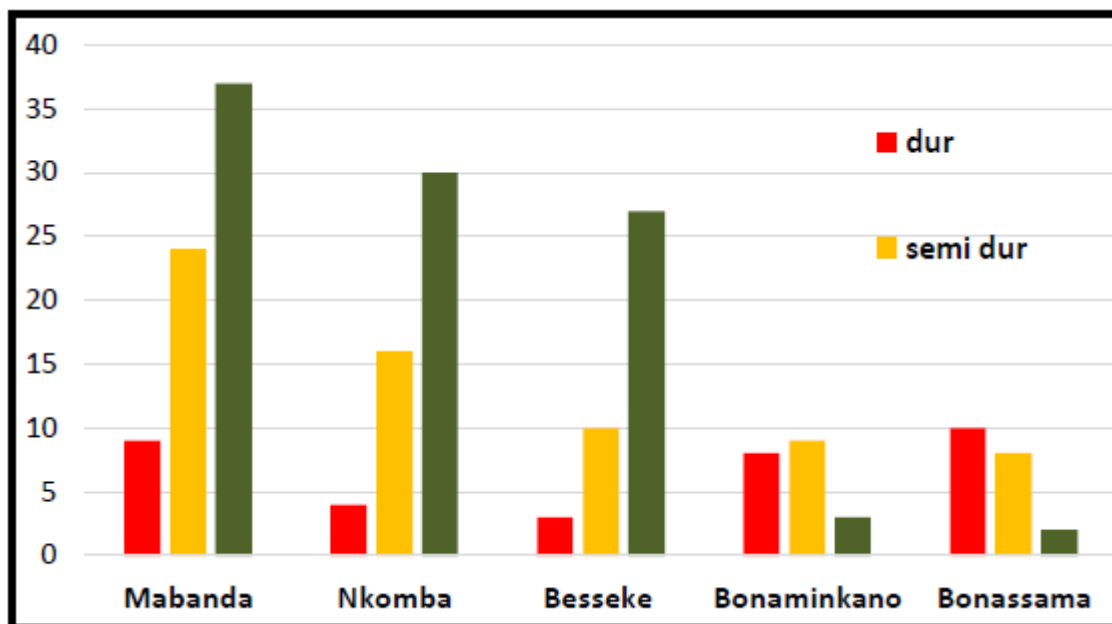


Figure 4 : Type de matériau de construction dans le Bassin

Il ressort de la figure 17 que l'habitat en dur est plus répandu dans les quartiers comme Bonassama et Bonaminkano. L'habitat en semi dur est également très représenté dans ces

quartiers. L'abondance de l'habitat de haut standing et de moyen standing dans ces deux quartiers se justifie par les niveaux de revenus relativement élevés de ces populations qui se traduisent par des constructions en matériaux définitifs qui plus est, respectent les plans d'urbanisme.



Photo N° 2 : Pistes en pneus servant d'accès aux accès riverains

4. Situation foncière dans le Bassin versant : une occupation en majorité illégale

Le foncier dans notre zone d'étude est un véritable problème. Le titre foncier qui est un document qui certifie l'appartenance d'un terrain à un particulier est presque inexistante dans certains quartiers du Bassin versant. En effet, l'acquisition du terrain se fait par plusieurs acteurs. D'après les données de terrain, on a pu distinguer quatre acteurs dans le mode d'acquisition de la terre. Les achats de terrain sont faits auprès des sociétés immobilières, par des démarcheurs, les déguerpis et les autochtones.

Il ressort de ce tableau que le moyen d'acquisition de terrain à travers les démarcheurs est plus représentatif dans les quartiers Mambanda, Nkomba et Besséké. Il convient de noter que des disparités existent au sein même de ces quartiers. 71 % des ménages enquêtés au quartier Mambanda disent avoir obtenu leur terrain à travers un démarcheur, 60 % à Nkomba et 65 % à Besséké. La raison commune pour ce mode d'acquisition de la terre est qu'ils n'ont pas les moyens pour aller auprès des sociétés

5. La notion de risque d'inondation perçue par les populations

La quasi-totalité des habitants du site disent être conscients des risques d'inondation. Il ressort des enquêtes que 84 % des personnes interrogées sont conscients d'être exposées aux inondations. Dans les quartiers précis comme Besséké, Mambanda et Nkomba, le taux passe à 96%. Ceux qui affirment qu'ils ne sont pas menacés par les inondations dans ces quartiers sont ceux qui habitent les hauteurs. Cette catégorie représente 16 % de l'échantillon. Ces derniers se rencontrent essentiellement dans les quartiers situés sur le plateau comme Bonaminkano et Bonassama.

5.1 La proximité au Wouri et à l'océan

De par sa position géographique, la zone d'étude se trouve sur une plate-forme presque entièrement entourée d'eau. Ainsi, les populations sont constamment sous l'influence du fleuve Wouri et notamment par l'effet des marées. Les quartiers comme Mambanda et Bonaminkano se trouvent partiellement au même niveau que la mer. Ces secteurs sont les plus vulnérables à la marée.

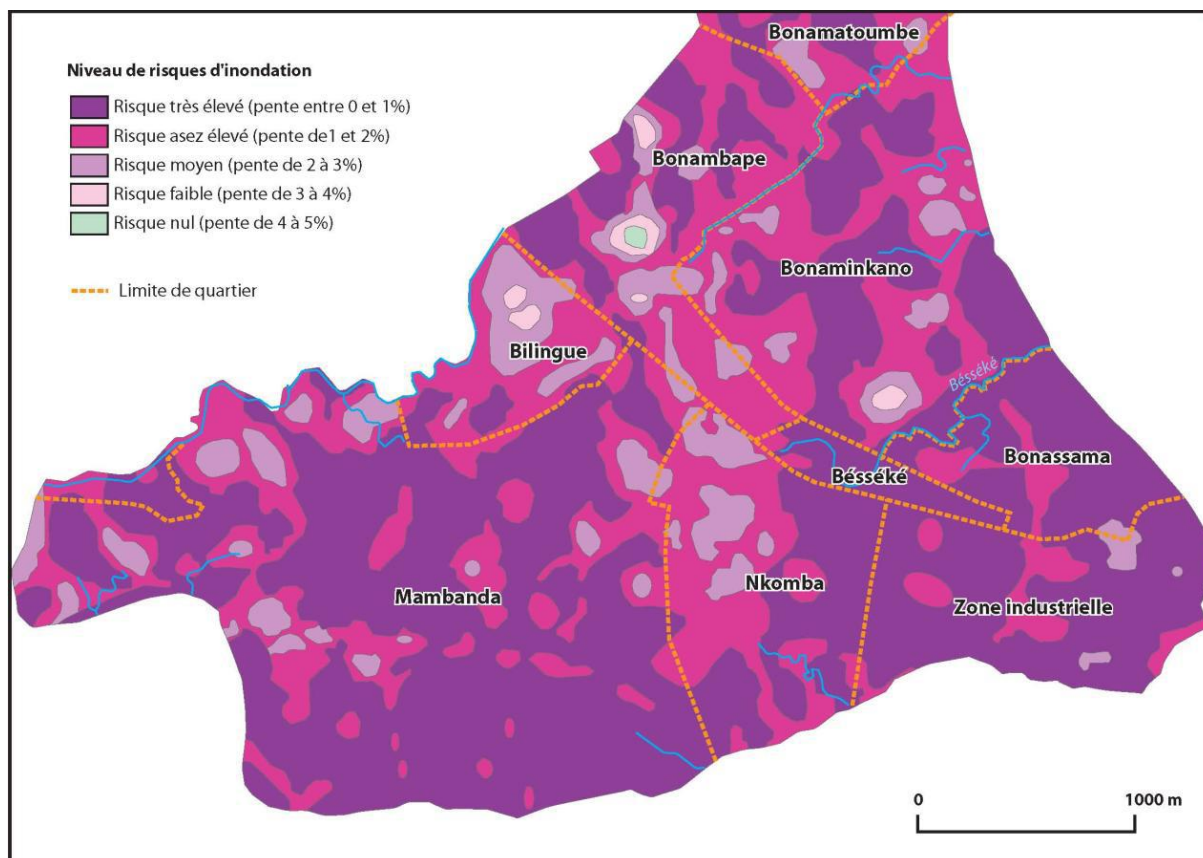


Figure 3 : Cartographie des zones à risque d'inondation

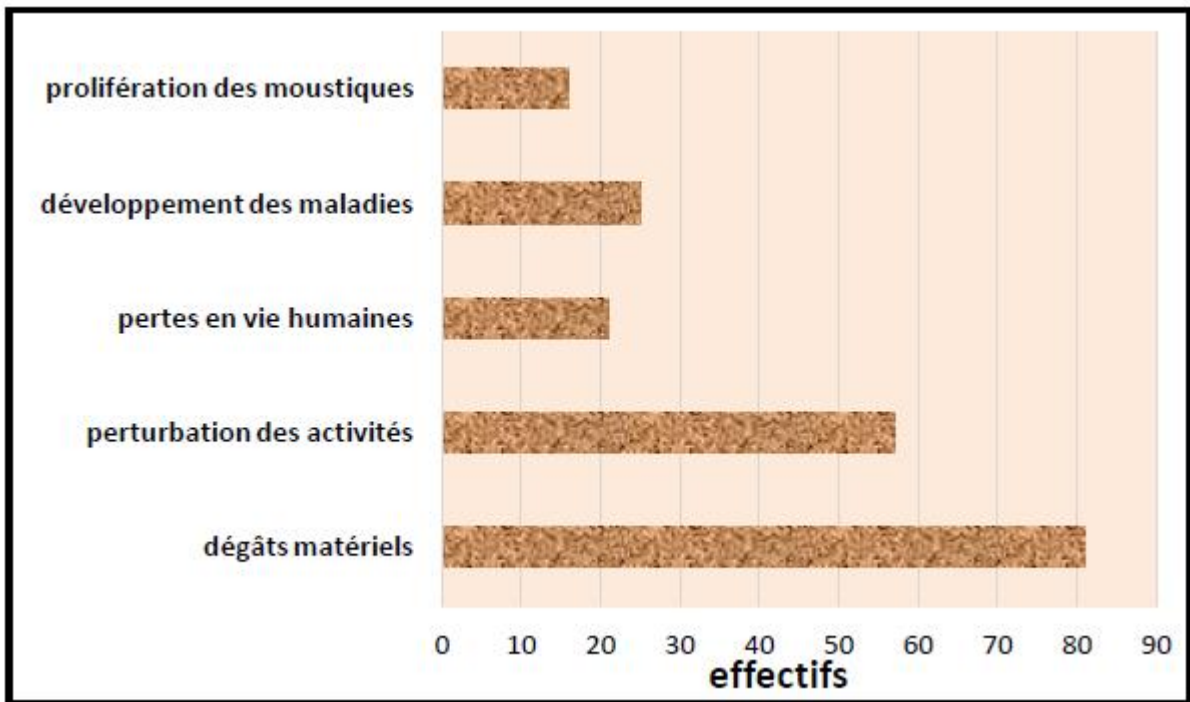
5.2 Une topographie uniformément plane et des sols imperméables propices aux inondations

La topographie d'un milieu joue beaucoup sur la rapidité d'évacuation des eaux. Comme nous l'avons montré plus haut, les altitudes sont très faibles dans la zone d'étude. Pour créer des pistes ou construire des maisons qui échappent à la montée des eaux, il faut impérativement élever des remblais. En effet, si on prend par exemple les cas des quartiers Mambanda et Nkomba, les pentes sont très faibles et nulles par endroits. Pour l'ensemble de ce secteur, la classe de 0 à 1% de pente représente plus de 60% de la surface. Dans les quartiers comme Besséké, Bonassama ou même la zone industrielle, ce pourcentage passe au-dessus de 70%. Le taux est un peu moins significatif à Bonaminkano et Bonambape, mais affecte en moyenne 45% de l'espace. Le seul quartier où le taux passe en dessous est le quartier Bilingue

6. Conséquences des séquences d'inondation sur l'environnement socio-économique

6.1. La typologie des dégâts

Les dégâts matériels représentent 40 % des dommages évoqués par les populations. Ensuite viennent le ralentissement des activités des populations avec 28 %, le développement des maladies d'origine hydrique (13%) et les pertes en vies humaines (11%).



Source : Enquête de terrain 2012

Figure N° 4: Les conséquences des inondations sur les populations et l'environnement.

6.2 Les impacts économiques

Lorsque les inondations surviennent, elles surprennent les habitants dans les concessions y compris dans les chambres, parfois en pleine nuit. Dans les habitations, elles imbibent les meubles, les habits, les documents et autres objets d'arts. Lorsque les couverts ne sont pas noyés ou pollués, ils sont parfois emportés lorsqu'ils sont entreposés dans des cuisines dépendantes mal fermées ou non sécurisées.



Cliché Ngansom, 2012

Conclusion

Le bassin versant de la Besséké est caractérisée par un relief aux pentes très faibles et certains points subissent l'influence de la marée. Les sols sont hydromorphes par endroit. Son climat est

de type camerounien. Sa population est composite avec des revenus relativement moyens. La difficulté d'accès à un terrain sécurisé a poussé ces populations à occuper de plus en plus des zones propices aux inondations. Les conditions physiques du Bassin versant croisées aux caractéristiques humaines sont susceptibles de prédisposer ces populations aux risques d'inondation. Ceci nous permet de vérifier notre 1^{ère} hypothèse selon laquelle les conditions physiques et socio-économiques dans le bassin versant de la Besséké sont favorables à l'installation des inondations.

L'analyse des données pluviométriques de la période d'étude de cette station nous a permis de constater qu'elle a enregistré une forte variabilité ; qu'elle soit à l'échelle interannuelle, saisonnière et journalière. Les précipitations sont caractérisées par des fortes intensités. Tout ceci contribue à confirmer notre hypothèse qui stipulait que la variabilité des précipitations à Douala est marquée par une grande fréquence de fortes précipitations.

Les précipitations ne constituent pas la seule cause des inondations dans la zone d'étude. Si elles tiennent une place capitale, il faudrait y ajouter plusieurs autres causes comme la marée, les types de sols et leur occupation anarchique etc. La prise en compte de ces causes et facteurs inhérents au fonctionnement du bassin et aux contraintes géographiques s'insère inextricablement dans la compréhension des vulnérabilités territoriales aux risques naturels dans cette localité. A travers cette dimension de la réalité, se vérifie notre hypothèse.

BIBLIOGRAPHIE

- FOGWE Z. (2005). *Urban spatial development and environmental hazards in the Douala metropolis*, published PhD. Thesis, Department of Geography, Faculty of Social and Management Sciences, University of Buea, 370p.
- HOUNDAKINO R. (2005) : *Fréquence des événements pluvieux extrêmes et leurs impacts environnementaux dans la ville de Cotonou*. Mémoire de maîtrise de DEA, UAC. 60p.
- MPENYA A., (2013), Problématique de l'implantation des systèmes d'assainissement viables dans le bassin versant de la Besséké. Mémoire de master 2, Université de Yaoundé 1, département de géographie, 152p.
- OLINGA OLINGA J., (2012) : « *Vulnérabilité des espaces urbains et stratégies locales de développement durable: Etude du cas de la ville de Douala (Cameroun)* », mémoire de master 2, Université de Douala, 145p.
- ROUDIER P. (2008) : *Vulnérabilité des ressources en eau superficielle d'un bassin soudano-sahélien dans un contexte de changement climatique : approche par indicateurs*. Mémoire de Master II. 50p.
- SUCHEL J.B., (1988) : *Les climats du Cameroun*. Thèse de doctorat d'état, 4 tomes, Bordeaux, 1188 p + 1 atlas.
- TADONKI G. R., (1988). *L'urbanisation des zones instables à Douala : le cas du Tongo Bassa*, FALSH, mémoire de maîtrise, Université de Yaoundé, 86 p.
- TCHOTSOUA M., (1989). *L'érosion des versants dans un centre urbain tropical de moyenne montagne : le cas des bassins de deux affluents du Mfoundi (Abiergue nord et Ntem) Yaoundé*. Mémoire de maîtrise, Université. de Yaoundé, 176 p.
- ASCHAN L.C et BAUDET M.S, (2009) : « *Risque, vulnérabilité, résilience : comment les définir dans le cadre d'une étude géographique sur la santé et la pollution atmosphérique en milieu urbain?* » In « *Vulnérabilités sociétales, risques et environnement* pp 60-68.
- BIRKMANN J. (2007), *Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications*. Environmental hazards vol.7, pp 66-75.
- CHARDON A.C. et THOURET J.C., (1994), « *Cartographie de la vulnérabilité globale d'une population citadine face aux risques naturels : le cas de Manizales (Andes de Colombie)* » in *Mappemonde*, N°4, Numéro spécial « Les risques naturels », pp 37-40.

DAUPHINE A., Provitolo D. (2007), La résilience : un concept pour la gestion des risques, *Annales de géographie*, n° 654, 15p.

(INS), 2003: *Enquête sur le cadre de vie des populations de Yaoundé et Douala en 2002 (CAVIE)*. Vol. 2B. Résultats pour Douala. 137 p.

OMS, (2002) : *Inondations : conséquences sanitaire et mesures préventives*, aide-mémoire, 05/02 Copenhague et Rome, 13 septembre 2002 13p.

SANTOS M., (1971) : *Les villes du Tiers-monde*, M. Th Genin, 428 p.

SUCHEL J.B., (1972), La répartition des pluies et les régimes pluviométriques au Cameroun. Travaux et document de géographie tropicale, n°5 Université fédérale du Cameroun, CEGET-CNRS, Talence, 287 p.

TADONKI G., (1999), *Douala: Les exclus des marécages*, Editions Mandara, Yaoundé, 112p.

TCHIADEU G. et KETCHEMEN-TANDIA B., (2009), « La ville de douala face aux changements climatiques », *Actes du Colloque de Yaoundé*, Novembre 2009, 12 p.

TCHOTSOUA M. et BONVALLOT J., (1997), « L'érosion urbaine au Cameroun: processus, causes et stratégies de lutte » in *Pratique de gestion de l'environnement dans les pays tropicaux*. Talence, DMSET, CRET, (Espaces Tropicaux N° 15) pp. 324-331.