

Introduction générale

1. Contexte et justification

De tous les continents, l’Afrique est celui dont la population s’accroît le plus rapidement. Les villes explosent sous la pression de la croissance démographique. Cette croissance est semblable à celle du Nord au XIX^{ème} siècle, au moment de son industrialisation, mais sur une échelle gigantesque. Le rythme de la croissance démographique y est souvent sans rapport avec celui de l’aménagement durable des villes. La pauvreté urbaine qui s’y accroît sous l’effet de l’exode rural, amène des milliers de personnes à se concentrer dans les bidonvilles et les zones *non aedificandi*¹ ; caractérisés par une récurrence d’évènements dommageables dont les catastrophes naturelles constituent les plus visibles. Parmi celles ci, les inondations sont au premier rang ; elles ont représenté 39,3% des catastrophes survenues sur le continent africain, pour la période 2001-2010 justifiant ainsi le fait que le risque d’inondation constitue aujourd’hui une préoccupation majeure sur le continent.

Ces inondations catastrophiques n’épargnent pas les grandes villes du Cameroun. En effet, tous les bassins hydrographiques sont soumis à des inondations qui se manifestent différemment d’un bassin à un autre. Yaoundé la capitale est victime d’inondations fréquentes qui affectent les Hommes, leurs biens, leurs activités, les infrastructures et l’environnement. Ces inondations récurrentes ont amené la Communauté Urbaine de Yaoundé (CUY) à construire le canal de la rivière Mfoundi.

Yaoundé a connu une croissance démographique rapide. Sa population est passée de 58.099 habitants en 1957 à 1.817.524 habitants en 2005, tandis que sa superficie passait de 1.740ha en 1956 à 15.900 en 2002 (PDU, 2008). En moins d’un demi-siècle, la ville a vu sa population se multiplier par 31,3 et sa superficie par 9,14 environ. Cette croissance, à la fois démographique et spatiale s’accompagne d’une pression foncière importante sur les sites même inconstructibles, mais aussi d’une interaction plus ou moins brutale avec le milieu.

La ville se développe sur un site collinaire, avec de nombreuses vallées encaissantes à fond plat arrosées par des précipitations abondantes (1500 mm de pluies par an en moyenne). Elle est

¹ Terme latin qui signifie zones impropres à toute construction ou simplement zone inconstructible

fréquemment soumise aux inondations liées aux débordements du Mfoundi et des ses nombreux affluents comme c'est le cas dans le bassin versant de l'Ekozoa.

Depuis plusieurs années, le bassin versant de l'Ekozoa est le théâtre d'inondations de plus en plus catastrophiques. A chaque saison des pluies, les populations de cette zone ont maille à partir avec un volume d'eau important qui envahi les zones d'habitations et sème destruction et désolation. Les inventaires des risques naturels, réalisés par la Direction de la Protection Civile camerounaise (DPC) en 2002, classent la majorité des quartiers de ce bassin versant comme zones sévèrement exposées aux risques d'inondation et confirment une fréquence des inondations à la hausse dans la cité capitale. Plusieurs auteurs à l'instar de Zogning (2005) ont fait le constat de la récurrence des inondations dans le bassin versant de l'Ekozoa. A cet effet, dans le cadre de son étude cet auteur a dénombré soixante-un (61) inondations au cours de la période 2000 à 2005 qui ont couté la vie à douze (12) personnes dont deux (02) nouveaux nés.

A la suite des inondations de mai et juin 2013 trois (03) enfants sont décédés par noyade au quartier Tsinga Elobi, et de nombreux dégâts matériels ont été enregistrés. Cette situation est d'autant plus préoccupante et dangereuse puisque l'ampleur des dégâts s'accroît avec l'urbanisation anarchique qui s'intensifie dans ces zones inondables. Les pertes en vies humaines et matérielles causées par ces inondations semblent ne pas décourager les populations, qui comme les pouvoirs publics semblent dépassées par la mesure de la situation. Cette récurrence des inondations, couplée aux dommages importants et croissants qu'elle induit laissent envisager l'existence des facteurs anthropiques aggravant. On est alors amené à se demander, quels sont les éléments moteurs qui participent à l'aggravation des inondations dans le bassin versant de l'Ekozoa ? Qu'est ce qui motive l'occupation des zones inondables ? Comment a t'elle évoluée ? Dans cette optique, la présente étude est une contribution à la gestion du risque d'inondation dans le bassin versant de l'Ekozoa.

2. Objectifs de l'étude

❖ Objectif principal

L'objectif général de l'étude est de contribuer à la connaissance des facteurs aggravant du risque d'inondation dans le bassin versant de l'Ekozoa (Yaoundé).

❖ Objectifs spécifiques

Pour atteindre cet objectif, il s'agira :

- d'évaluer la perception du risque d'inondation par les populations dans les zones inondables de la zone d'étude ;
- de faire une analyse diachronique de l'occupation des sols dans la zone d'étude ;
- de réaliser une cartographie du risque d'inondation dans la zone d'étude.

3. Méthodologie de l'étude

Afin de mener à bien cette étude, deux principaux axes ont guidé la méthodologie générale: la collecte des données et leur analyse.

3.1 Localisation et description de la zone d'étude

Avec une superficie de 6,632 Km² le bassin versant de l'Ekozoa est situé dans la ville de Yaoundé, capitale politique du Cameroun entre les latitudes 3°51'20'' et 3°53'50'' Nord, et les longitudes 11°29'29'' et 11°31'20'' Est (figure 1). Il couvre les quartiers Bastos, Nkomkana, Mokolo Elobi, Messa, Tsinga, Briqueterie, Centre commercial, Centre administratif, etc.

Le bassin versant de l'Ekozoa qui est un sous bassin du grand bassin du Mfoundi bénéficie d'un climat équatorial de type guinéen, chaud et humide, avec quatre saisons :

3.1.1 Climat et précipitations

- ❖ la grande saison sèche (de décembre à février) est caractérisée par des faibles quantités d'eau et un nombre de jours de pluies très limité, pour une hauteur moyenne mensuelle saisonnière de 23,7mm ;
- ❖ la petite saison de pluie, caractérisée par la violence des averses et des tornades, elle s'étend de mars à mai ;
- ❖ la petite saison sèche, seuls les mois de juillet et d'août sont pour l'essentiel concernés par cette saison qui est caractérisée par la baisse remarquable des précipitations ;
- ❖ la grande saison de pluie, elle comporte en moyenne 65 jours de pluies pour 630 à 700mm d'eau. Octobre est le mois le plus pluvieux.



LEGENDE

Hydrographie

-  Cour d'eau
-  Lac

 Limite commune

 Zone d'étude

Reseau routier

-  Nationale
-  Régionale

Source : Usgs Gglobal Visualization Viewer
glovis.Usgs.gov

Systeme: WGS 84

Figure 1 : Localisation du bassin versant de l'Ekozoo dans la ville de Yaoundé (Source : Base de données SIG de la CUY, modifiée par l'auteur)

Les données représentant les moyennes mensuelles des températures des années 1951 à 2011 (tableau 1) montrent que février avec (25,47°C) est le mois le plus chaud et juillet (22,78°C) est le mois le plus frais. L'amplitude thermique qui est la différence de température entre le mois le plus chaud et le mois le plus frais est de 2,69°C. La valeur moyenne des températures mensuelles est de 24°C environ.

Le diagramme ombrothermique (figure 2) montre que décembre et janvier sont les mois biologiquement secs et que février se présente biologiquement comme étant sec dans sa première moitié.

Tableau 1 : Distribution mensuelle des températures (T), des précipitations moyennes (P) et de l'indice d'aridité (Ia) du bassin versant du Mfoundi 1951-2011

Mois	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Jui.	Jul.	Août.	Sep.	Oct.	Nov.	Déc.
P(mm)	18,82	51,90	139,73	183,79	206,29	156,45	74,27	97,82	232,13	283,55	117,38	22,41
T (°C)	24,52	25,47	25,05	24,57	24,30	23,49	22,78	22,81	23,23	23,04	23,88	23,93
2T(°C)	49,04	50,94	50,10	49,14	48,60	46,98	45,56	45,62	46,46	46,08	47,76	47,86
Ia	06,54	17,56	47,84	63,80	72,17	56,06	27,09	35,78	83,82	102,98	41,57	07,93

Source: Station météorologique de Mvan aéroport (Yaoundé)

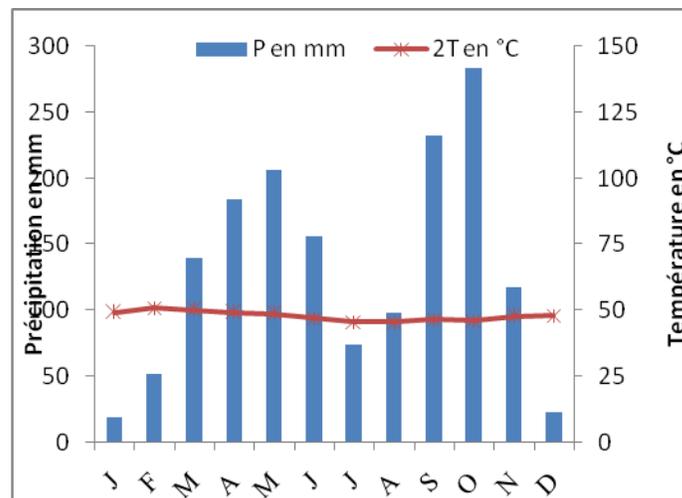


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussent de la ville de Yaoundé pour la période 1951-2011 (source : station météorologique de Mvan-Yaoundé)

3.1.2 Relief de la zone d'étude

Le bassin versant de l'Ekozoa appartient au plateau de Yaoundé (figure 3), il se développe sur une altitude moyenne de 750m, caractérisée par trois unités de relief : les interfluves, les pentes et vallées. Les tranches d'altitudes décroissent du Nord vers le Sud-est (figure 4). Ce relief guide également le réseau hydrographique. Le point le plus élevé se trouve au Nord il culmine à environ 825m d'altitude tandis que la partie Sud est caractérisée par deux vastes vallées marécageuses à fond plat fortement anthropisées correspondant aux rivières Ekozoa et Abiergué, principaux cours d'eau de la zone d'étude.

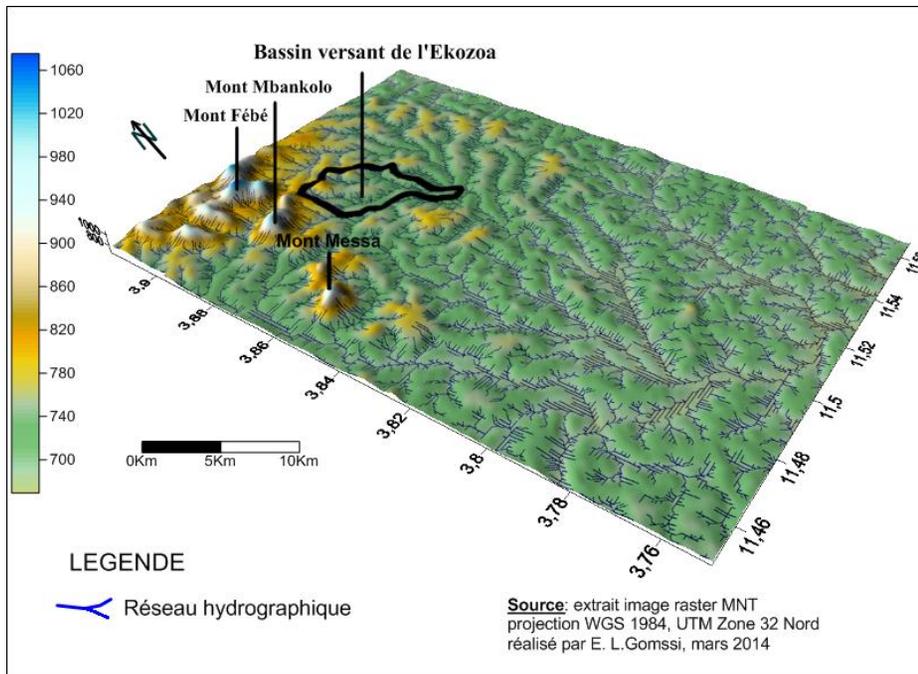


Figure 3 : Carte topographique du bassin versant du Mfoundi

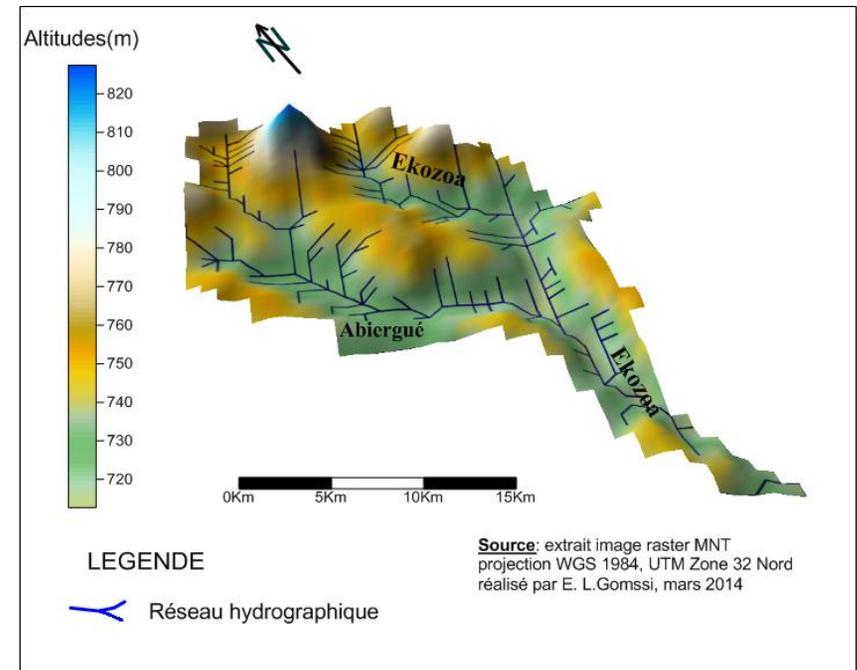


Figure 4 : Carte géomorphologique du bassin versant de l'Ekozoa

3.1.3 Hydrographie

Le bassin versant de l'Ekozoa est l'un des sous bassins en rive droite du Mfoundi, lui-même affluent en rive gauche de la Mefou, elle même affluent en rive droite du Nyong . La rivière *Ekozoa* prend sa source au NNE de la ville de Yaoundé, à moins d'un kilomètre du palais des congrès à une altitude qui côtoie les 760m. Elle coule suivant trois directions (ENE-WSW, puis N-S et enfin NW-SE) qui varient en fonction du relief (figure 5). Son point de confluence avec le Mfoundi se situe au cœur du centre ville. L'Ekozoa draine principalement 01 affluent (l'Abiergué).

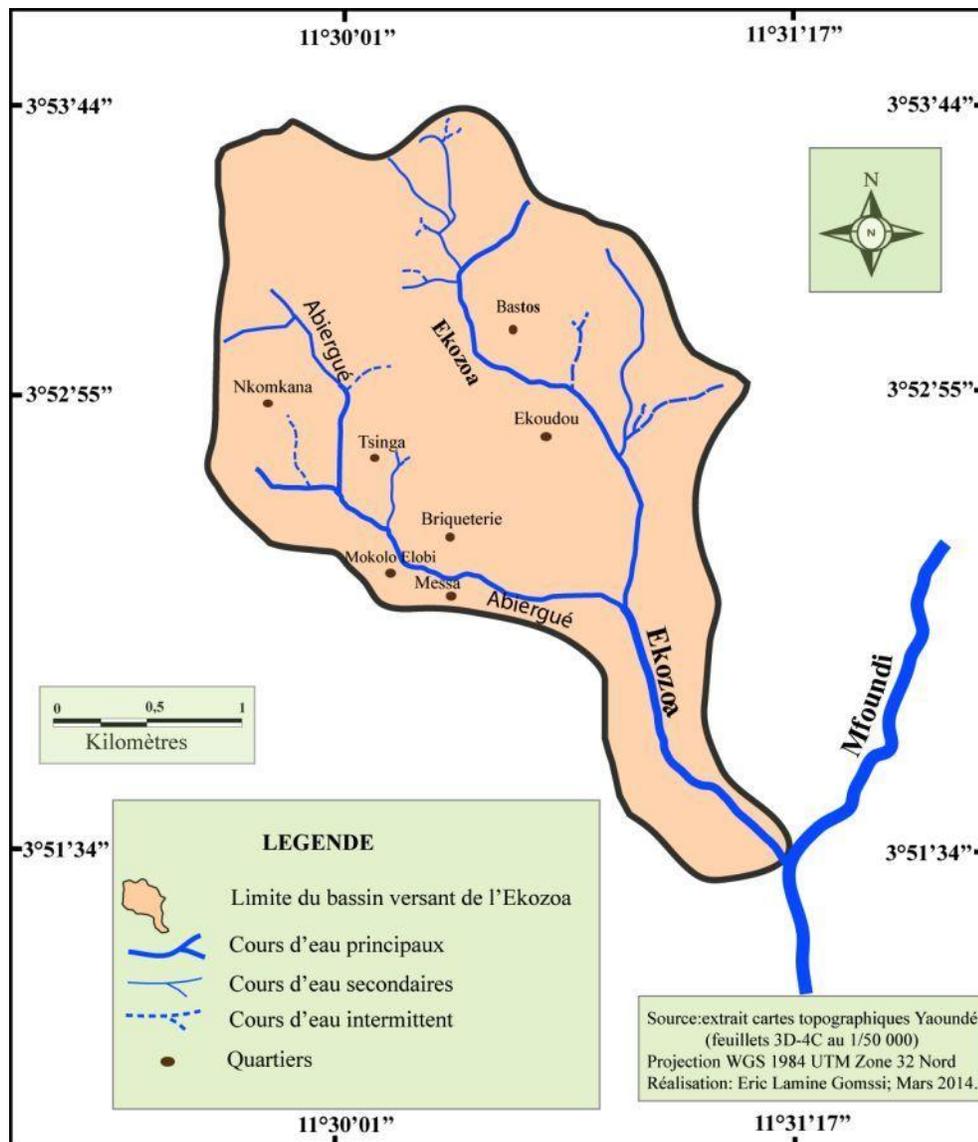


Figure 5 : Réseau hydrographique du bassin versant de l'Ekozoa

3.2 Collecte des données

Elle peut être subdivisée en deux activités : la collecte des données secondaires et la collecte des données primaires.

3.2.1 Données secondaires

L'acquisition des données secondaires a été effectuée grâce à la revue de la littérature existante sur internet, les rapports et études réalisés par la Communauté Urbaine de Yaoundé (CUY), les mémoires et thèses disponibles dans les bibliothèques de l'Université de Yaoundé I, de l'Institut de Formation et de Recherche démographique (IFORD), de l'Institut de recherche pour le Développement (IRD), etc.

3.2.2 Données primaires

Plusieurs opérations ont été nécessaires sur le Terrain :

3.2.2.1 Administration du questionnaire et déroulement de l'enquête

Sur le terrain un questionnaire à été administré à un échantillon de 89 personnes adultes, des interviews et/ou des entretiens avec certaines autorités (publiques, religieuses, traditionnelles et de la société civile) de la ville Yaoundé ont été effectués, de même que l'organisation d'un focus group dans certains quartiers de la zone d'étude. Les quartiers où se sont déroulées les enquêtes ont été sélectionnés sur la base de la récurrence des inondations, et de la typologie de l'habitat.

L'échantillonnage s'est fait de manière aléatoire, mais en conservant une distance acceptable entre deux ménages enquêtés consécutifs au sein d'une même zone (par rapport aux réalités du terrain). Un seul individu a été recruté par ménage en privilégiant le chef de famille, et les données ont été dépouillées et analysées à l'aide d'outils statistiques intégrés dans le logiciel Excel 2010. Pour évaluer la position de chaque ménage par rapport au cours d'eau, on a utilisé un décamètre à ruban et un récepteur GPS.

3.2.2.2 Evolution de l'occupation des sols

Elle consiste à faire une analyse diachronique de l'évolution du tissu urbain et de la végétation dans la zone d'étude entre 1973 et 2013. Deux images satellitaires photographiques hautes résolutions respectivement 1973 et 2013 acquises auprès de la Direction Technique de la CUY, ont été analysées à l'aide des logiciels Global Mapper 13 et Map info 8.5.

❖ De la photographie aérienne à la carte

➤ *Délimitation précise de la zone d'étude*

Chaque photographie a été chargée dans le logiciel Global Mapper 13. Ensuite, les limites géographiques du bassin versant de l'Ekozoa ont été superposées sur chaque photographie aérienne pour les extraire sur le fond photographique. Les photographies délimitées sur le contour des limites du bassin versant ont été exportées vers le logiciel Map info 8.5 pour la création des polygones, leur vectorisation et le calcul des superficies.

➤ *Cartographie de l'occupation des sols entre 1973 et 2013*

L'analyse du paysage effectuée s'est intéressée aux cours d'eau Ekozoa et Abiergué, ainsi qu'aux éléments paysagers ayant un impact sur l'écoulement superficiel des eaux. L'étude s'est basée sur les catégories suivantes :

- les cours d'eau (Ekozoa et Abiergué) ;
- le bâti (zones urbaines denses, zones résidentielles, voiries, bâtiments, etc.) ;
- la végétation ;
- les espaces verts aménagés ;
- les sols nus.

Pour chacune des photographies, les catégories ci-dessus ont été vectorisées et leur superficie calculée grâce au logiciel Map info.

➤ *Taux de variation ou augmentation relative*

Il a été utilisé pour quantifier l'évolution de l'occupation du sol entre 1973 et 2013.

$$\text{Taux de variation} = \frac{\text{valeur d'arrivée} - \text{valeur de départ}}{\text{valeur de départ}} \times 100$$

➤ **Taux d'imperméabilisation, indice de couverture végétale**

• **Taux d'imperméabilisation**

Le taux d'imperméabilisation du bassin versant souvent noté IMP représente la fraction de surface imperméabilisée, il est un indicateur important de la capacité du sol à faciliter les infiltrations ou le ruissèlement des eaux pluviales.

$$\text{IMP} = (A_i/A) \times 100$$

A_i : surface imperméabilisée ; A: superficie totale du bassin versant.

• **Indice de couverture végétale**

Souvent noté I_v , l'indice de couverture végétale ou forestière permet de caractériser le comportement hydrologique d'un bassin versant à partir de son couvert végétal. Cet indicateur permet d'évaluer la capacité du bassin à intercepter une partie du volume des pluies, à amortir les crues de faibles, moyennes amplitudes, limiter l'érosion.

$$I_v = (\text{surface de la végétation}/\text{surface totale du bassin versant}) \times 100$$

➤ **Cartographie du risque d'inondation dans la zone d'étude**

Le travail a consisté à tracer le contour des zones les plus fréquemment inondées grâce à l'activation de la fonction « *tracking activation Ways points* » du récepteur GPS Garmin 62S et à représenter les ouvrages ou aménagement ayant un impact sur l'écoulement des crues (ponts, buses, dalots, etc.). On a obtenu un polygone qui a été projeté sur la photographie aérienne haute résolution de 2013, à fin de réaliser la carte des zones inondables du secteur d'étude.

4. Resultats et discussion

4.1 Perception du risque d'inondation par les populations locales

4.1.1 Perception du phénomène inondation

On examinera comment ces populations, non spécialistes perçoivent le risque d'inondation ainsi que leur propre vulnérabilité.

4.1.1.1 Cause des inondations selon les PSE

On a demandé aux enquêtés de donner les causes des inondations (tableau 2). De cette analyse, il ressort que la majorité des répondants accuse l'obstruction des cours d'eau par les déchets 51% (Planche 1), suivi des fortes pluies 17%. Une autre proportion indexe les facteurs naturels et anthropiques, notamment les combinaisons : pluies-obstruction des cours d'eau par les déchets 7%, et relief-obstruction des cours d'eau par les déchets 6%.

Tableau 2: Causes des inondations selon les personnes enquêtées

Cause des inondations	Effectif des réponses	Fréquences (%)
obstruction des cours d'eau par les déchets	46	52
défaillance des ouvrages de canalisations	3	3
aucune idée	1	1
construction anarchique	1	1
marécage	2	2
obstruction des cours d'eau par les déchets, construction anarchique	2	2
Pluies	15	17
pluies, construction anarchique	1	1
pluies, obstruction des cours d'eau par les déchets	7	8
pluies, relief	3	3
pluies, relief, obstruction des cours d'eau par les déchets	1	1
relief	1	1
relief, obstruction des cours d'eau par les déchets	5	6
sorcellerie	1	1
Grand Total	89	100

L'analyse de ces résultats révèle que la majorité des PSE attribue les causes des inondations au déversement des déchets dans les cours d'eau. Elles donnent des réponses qui ne remettent pas en question leur installation dans les zones inondables.

En effet, ces populations refusent d'admettre que leurs constructions anarchiques en plein lit de cours d'eau, ont une forte influence dans la genèse des inondations. Elles refusent d'admettre que le caractère inondable du site le rend inconstructible ou difficilement aménageable pour l'immobilier. Ces résultats sont légèrement en inadéquation avec ceux de Zogning (2005) qui montrent que la majorité des populations attribue les causes des inondations aux facteurs naturels notamment les pluies et le relief. L'écart observé au niveau des deux résultats pourrait se justifier par le fait que cette étude s'effectue après une série de déguerpissements effectuée par la CUY

dans plusieurs quartiers de Yaoundé. Par conséquent la majorité des enquêtés fait exprès de détourner l'attention loin du fait que les zones sont non *aedificandi* mais, attribue ces causes à l'obstruction du cours d'eau par les déchets afin que les solutions soient surtout portées vers la sensibilisation contre le déversement des déchets dans les cours d'eau et non vers leur déguerpissement par les autorités.



Planche 1 : Obstruction des cours d'eau par les déchets. La photographie (A) illustre l'encombrement du chenal d'écoulement par les déchets ; (B) montre le comportement incivique des riverains à l'égard du cours d'eau ; (C) présente l'encombrement du canal de l'Ekooza par les déchets devant le PAPOSY ; et (D) montre l'érosion progressive des berges de l'Abiergué fragilisant le pont. Clichés : Gomssi.

A l'opposé, 1% des enquêtés attribue les causes des inondations à la sorcellerie. Pour ce groupe d'individu, la réponse traduit soit l'ignorance, soit un refus d'acceptation de la réalité, c'est le dénie. On est alors tenté de se demander quelles peuvent être les moyens de mitigations utilisés par ce groupe pour faire face aux inondations.

4.1.1.2 Connaissance de l'inondabilité du site au moment de l'installation

L'on a étudié la connaissance de l'inondabilité du site en fonction de la distance de chaque individu par rapport au cours d'eau (tableau3).

Tableau 3 : Connaissance de l'inondabilité préalable du site avant l'installation

Lit du cours d'eau	Effectif	Fréquence
lma	24	27%
non	14	16%
oui	10	11%
berges	36	40%
non	16	18%
oui	20	22%
lmo	29	33%
non	15	17%
oui	14	16%
Grand Total	89	

lma : lit majeur, lmo : lit moyen.

La majorité des PSE (personne soumis à l'enquête) ignorant l'inondabilité du site affirme avoir acheté le terrain ou louer la maison pendant la saison sèche. En effet plusieurs propriétaires s'arrangent à mettre leurs maisons en location uniquement pendant la saison sèche, ce qui fait que les nouveaux occupants, qui très souvent n'ont pas connaissance du danger encouru ne peuvent que se rendre compte de la supercherie dès la tombée des premières pluies.

On constate que 44% des PSE installées sur les berges ignoraient que le site était inondable, cela traduit une très faible capacité à appréhender le risque d'inondation, un degré d'ignorance inquiétant, ou alors un refus d'admettre l'existence du risque. Il convient également de préciser que les populations installées sur les berges ont tendance à dire qu'elles ignoraient que le site était inondable pour s'attirer une certaine compassion des interlocuteurs et pour mieux se conforter dans la peau de victimes et être perçue comme telle et non comme des marginaux.

4.1.2 Perception du danger lié à l'occupation des zones inondables

On a choisi d'évaluer la perception du danger lié à l'occupation des zones inondables en fonction de la distance des habitants par rapport au cours d'eau. Les résultats montrent que près de 56% des répondants estiment que le site est actuellement dangereux pour l'habitation (figure 6) et qu'il est imprudent d'y habiter.

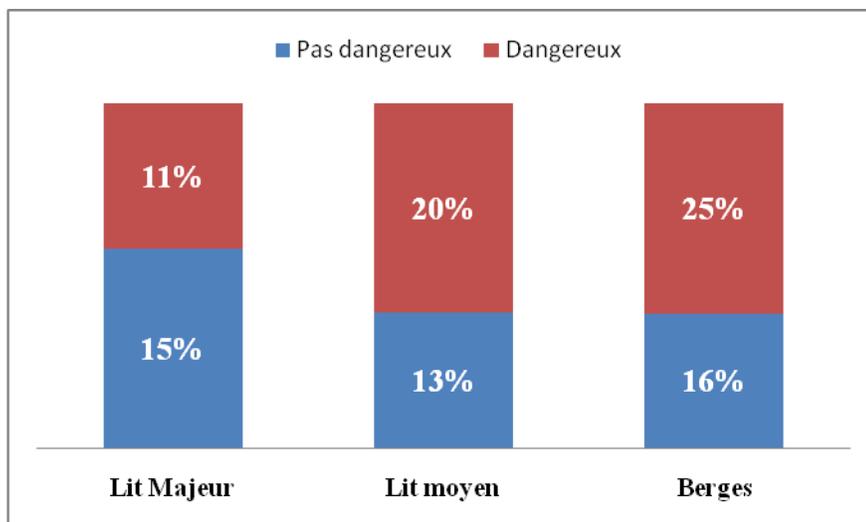


Figure 1 : Perception du danger lié à la proximité avec le cours d'eau

L'analyse de ce graphique indique que seulement 56% des répondants perçoivent le danger lié au site. Ils habitent tous l'un des lits du cours d'eau cependant, on observe qu'ils ne considèrent pas tous vivre dans un environnement à risque. Ceci peut s'expliquer par plusieurs raisons, notamment :

➤ ***Les PSE qui nient l'existence du risque***

D'après les données issues de l'enquête, 39% des PSE installées sur les berges et 39% vivant dans le lit moyen affirment qu'il n'est pas imprudent d'y habiter. Ceci peut s'expliquer par une inconscience ou un refus d'acceptation de la réalité. Ce degré d'inconscience est beaucoup plus visible chez les populations des quartiers Mokolo Elobi, Tsinga Elobi et Messa, (photo 1 : Cette maison s'est retrouvée envahie par les eaux après une pluie de 15minutes seulement). Cette attitude peut également se justifier par, la crainte d'être déguerpi en cas de réponse positive.

➤ ***Accoutumance aux risques d'inondation***

La majorité des PSE a déjà vécu plusieurs inondations. Certaines ne se souviennent ni de la date, ni du nombre. Ceci peut expliquer qu'une partie ne considère plus dangereux de vivre dans le lit du cours d'eau et se sentent en sécurité car elles ont appris à vivre avec. Cette perception montre que ces PSE se sont dans, une certaine mesure, accoutumées à vivre avec ce risque.



Photo 1 : Occupation des berges du cours d'eau au quartier Mokolo Elobi. Cliché : Gomssi, 2014.

4.1.3 Quelques dommages causés par les inondations

Les dommages causés par les inondations touchent presque tous les domaines de la vie quotidienne. Ils vont des pertes en vies humaines, aux dommages les plus élémentaires comme la disparition des ustensiles de cuisines en passant par des états de stress permanents.

4.1.3.1 Pertes en vie humaines

Les résultats de l'enquête de terrain révèlent 16 décès par noyade survenus entre 1980 et 2013. Sur l'ensemble de cet effectif, 05 personnes sont décédées à Mokolo Elobi, 06 à Tsinga Elobi (dont 02 en 2013), 04 à Messa et 01 devant le Palais Polyvalent des Sports en 2011. La majorité des corps retrouvés était ceux des enfants de 04 à 13ans, ces drames sont survenus pour la grande majorité au cours des mois de septembre et octobre, d'après les PSE et l'information historique. Très souvent lors des inondations, les enfants ignorant le danger se laissent distraire par les eaux qui montent (photo 2) et quelques fois malheureusement finissent par se noyer. Ces drames surviennent souvent sur le chemin de l'école ou dans les quartiers sous le regard distrait de certains parents.



Photo 2 : Attitude inconsciente des enfants pendant les inondations. Ils utilisent des « radeaux » pour aller à l'école très souvent cela se termine par un drame, (disparition, noyade, décès).
Cliché : Gomssi, mars 2014.

4.1.3.2 Etat de stress permanent

Les inondations sont des facteurs de stress importants qui peuvent sur le long terme provoquer des maladies cardio vasculaires. Au moindre signe d'obscurcissement du ciel, les personnes habitant les zones inondables entrent dans un état de stress inquiétant, elles se demandent souvent comment elles feront pour arriver dans leur domicile ou pour en sortir plus tard (planche 2-A), elles craignent que leurs biens soient endommagés (maisons, appareils, etc.), elles craignent également pour la sécurité de leurs proches (enfants et personnes âgées).

4.1.3.3 Risque sanitaire pour les personnes

Au cours de l'enquête, on a recueilli des informations inquiétantes auprès des PSE, concernant les risques de maladies. Au quartier Messa (Camp Sic) les PSE ont affirmé que lorsque la rivière Abiergué est en crue, les eaux vannes contenues dans les fosses sceptiques remontent et ressortent par les bidets de toilettes et se déversent dans toutes les maisons. Les occupants sont obligés de bloquer la sortie des eaux avec des étoffes en courant le risque de contracter une maladie comme le choléra.

Au quartier Mokolo Elobi lors des inondations l'on peut se rendre compte de la promiscuité et de l'insalubrité qui sévissent. Les populations de ces quartiers ont beaucoup de porcheries, lors des inondations les eaux de pluies se mélangent eaux déchets issus des porcheries et se répandent partout constituant ainsi un risque élevé d'épidémie de choléra ou d'une maladie porcines

transmissible à l'Homme. Ce problème est d'autant plus grave que les enfants pourraient être les premières victimes car lors de ces inondations ils s'amuse et s'ébattent dans les eaux.



Planche 2 : (A) une habitante du quartier Nkomkana obligée de braver les eaux pour se rendre au travail, (on peut voir qu'elle tient ses chaussures en main) ; (B); enfants jouant dans les eaux sales s'écoulant devant leur maison au quartier Mokolo Elobi. Cliché : Gomssi, avril 2014.

4.1.3.4 Destruction des biens domestiques

Lors des enquêtes sur le terrain, on a demandé aux PSE de lister quelques dégâts matériels enregistrés lors des inondations pour les trois dernières années (de 2014 à 2012). Les réponses allaient de la perte des ustensiles de cuisine à la destruction totale des maisons. On a constaté que certains objets avaient une valeur monétaire connue, d'autres pas..

On a estimé l'ensemble des dommages sur le plan matériel (ceux ayant une valeur monétaire) à 17.797.000 FCFA. En répartissant ce montant sur l'ensemble des PSE on obtient une perte matérielle estimée à environ 199.970FCFA/ personne, ce montant est d'autant plus inquiétant qu'il s'agit des dommages les plus importants enregistrés pour une période de 03 ans. En ajoutant à ce chiffre les dommages enregistrés sur des objets dont la valeur monétaire n'a pas pu être estimée, l'ampleur des dégâts devient immense et contribue à maintenir ces populations vulnérables et déjà pauvres dans le cycle infernal de la pauvreté. Cette analyse a été faite sur un échantillon de 89 personnes, quel serait le cout global des pertes à l'échelle de tout le bassin versant ?

4.2 Dynamique urbaine dans le Bassin versant de l'Ekozoa

4.2.1 Etat de l'occupation des sols en 1973 et 2013

Grace au traitement numérique des photographies aériennes on a pu réaliser les cartes de l'occupation du sol dans le bassin versant de l'Ekozoa pour 1973 et 2013 (figure 7 et 8).

Tableau 1 : Estimation des surfaces occupées en 1973 et 2013

Année	Bâti (ha)	Végétation (ha)	Sols nus (ha)	Espaces verts (ha)
1973	534,5	128,66	//	//
2013	580,96	54,93	20,7	6,63

Source : Extrait base de données SIG de la CUY

➤ Occupation des sols dans le bassin versant de l'Ekozoa en 1973

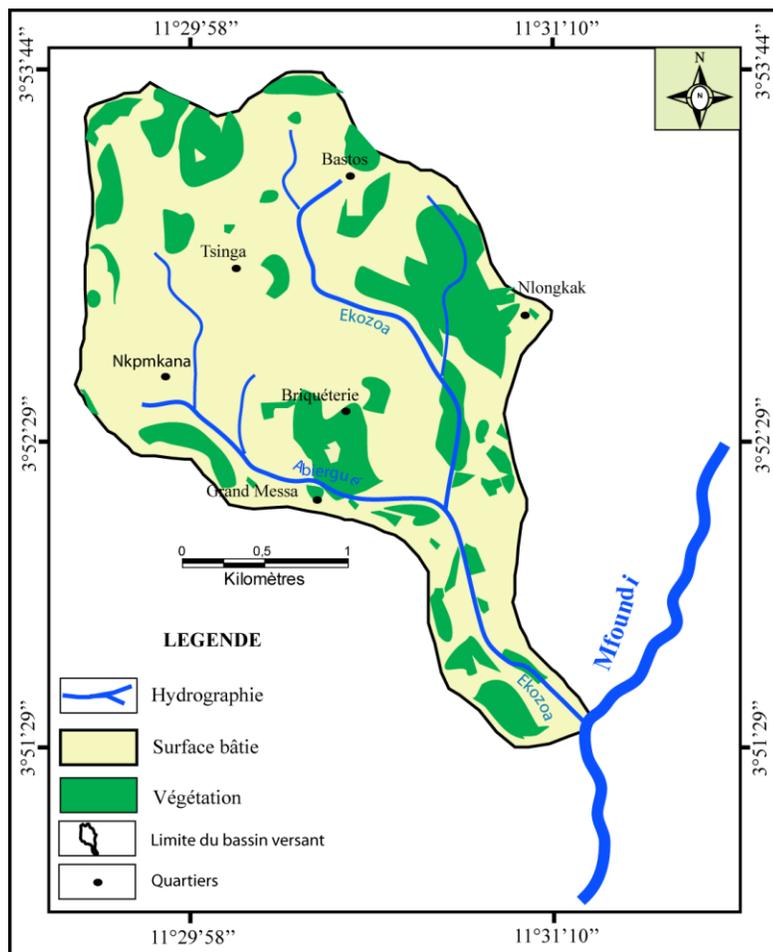


Figure 7 : Occupation des sols dans le bassin versant de l'Ekozoa en 1973 (Source : Base de données SIG CUY, modifié).

En 1973 Les surfaces de bâti dominant le paysage et occupent environ 80,60 % de la superficie totale du bassin versant (figure 7). La végétation couvre environ 19,4% de l'ensemble de la zone étudiée. L'urbanisation est très développée à l'ouest et au nord-ouest de la zone d'étude, surtout dans les quartiers Tsinga, Carrière et Nkomkana, marqués par une occupation des lits de cours d'eau. L'information révélée par cette carte est en adéquation avec les études de Bobda (1997) qui montrent une intensification de l'urbanisation dans les secteurs ouest de la zone d'étude au cours de cette période.

➤ **Occupation des sols dans le bassin versant de l'Ekozoa en 2013**

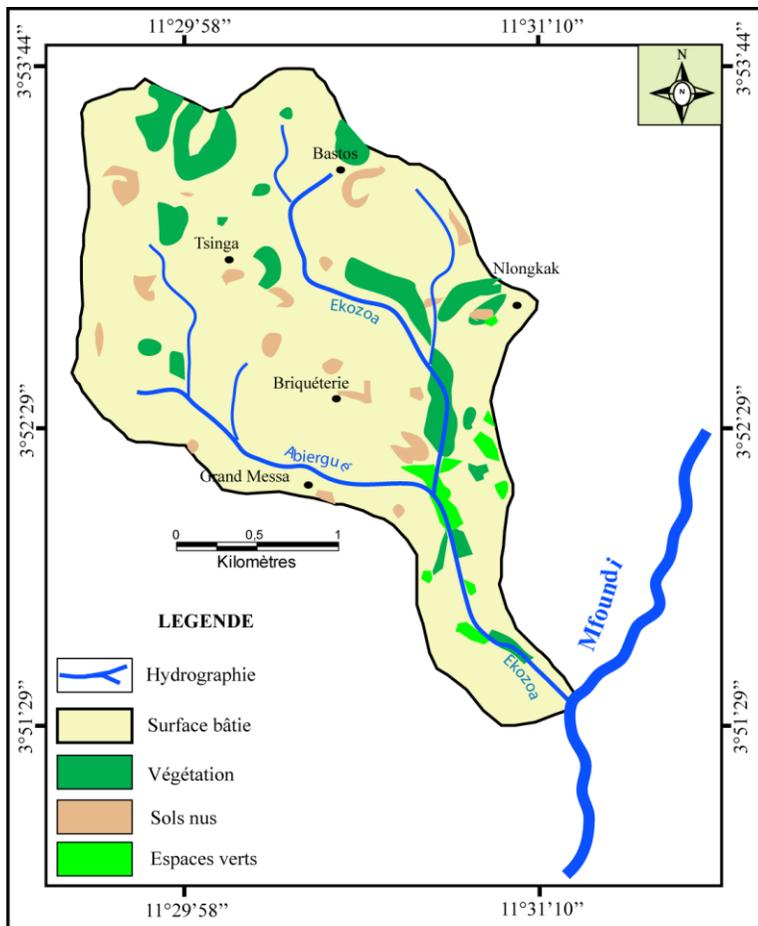


Figure 8 : Occupation des sols dans le bassin versant de l'Ekozoa en 2013 (Source : Base de données SIG, CUY, modifié).

La carte de l'occupation du sol pour l'année 2013 (figure 8) montre une augmentation du paysage urbain qui s'est faite au détriment du couvert végétal. L'ensemble du bassin est marqué de manière massive par un paysage urbain le quel occupe approximativement 87,6% de la superficie totale de la zone étudiée. La végétation couvre 8,28% du territoire, les sols nus 3,12 % et les espaces verts 1%. La végétation est très peu présente dans la partie ouest de la carte. On remarque de façon générale que le bâti est beaucoup plus concentré le long des vallées surtout de la rivière *Abiergué*.

4.2.2 Evolution de l'occupation des sols dans le bassin versant de l'Ekozoa de 1973 à 2013

La ville est un lieu dynamique par essence, la période allant de 1973 à 2013 a été marquée par une évolution importante sur plusieurs aspects (figure 9).

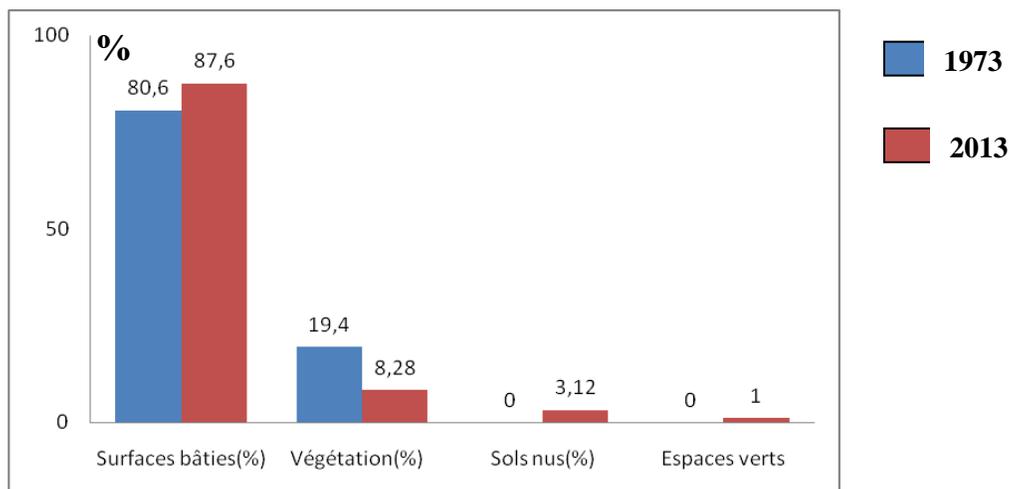


Figure 9 : Evolution de l'occupation du sol entre 1973 et 2013 dans le bassin versant de l'Ekozoa.

➤ Evolution du bâti

En 1973 le bâti couvrait une superficie de 534,54 ha (tableau 4) soit un taux d'imperméabilisation de 80,60%. En 2013 la surface bâtie couvre une superficie de 580,96 ha, soit 87,6% de la surface totale de la zone étudiée. Ces deux valeurs traduisent une augmentation

relative de 8,68% environ dans une zone déjà fortement urbanisée, à cet effet, les travaux réalisés par Bopda (2007) montrent que la zone d'étude a été l'un des premiers foyers d'occupation de l'espace urbain puisque plusieurs quartiers à l'instar de la briqueterie comptaient déjà plus de 20000 habitants lors de l'avènement de l'indépendance.

Cette évolution du bâti résulte d'un développement urbain très rapide et désordonné qui n'a pas permis une réelle transition du rural à l'urbain. Or l'urbanisation implique des ruptures et des transformations qui affectent les modes de vies, les mentalités, les activités, et les mœurs. On assiste alors à une urbanisation qui colonise les lits de cours d'eau et qui multiplie considérablement les surfaces imperméables et aggrave le risque d'inondation à l'échelle du bassin.

➤ **Sols nus**

En 1973 on ne voit presque pas de sols nus alors qu'en 2013 ils sont visibles et couvrent 3,12% de la zone étudiée (figures 7, 8 et 9). Les sols nus constituent une des signatures les mieux visibles de la pression urbaine sur l'espace naturel. En 40 ans, 20,7 ha de végétation ont été détruites pour laisser place à des sols nus à l'impact de l'érosion. Les sols nus favorisent le ruissellement des eaux pluviales et contribuent à l'accroissement du risque d'inondation dans la zone d'étude.

➤ **Evolution du couvert végétal**

La dégradation du couvert végétal entre ces deux dates est remarquable (figures 7, 8 et 9). En 1973 l'indice de couverture végétale est de 19,4%, et 8,28% en 2013 cela signifie que l'on est passé de 128,66 ha de végétation à 54,93 ha soit une perte de 73,73 ha de végétation traduisant une diminution relative de 57,31%. La zone d'étude abrite les quartiers les plus anciens de la ville et les plus densément peuplés, le sol était déjà saturé par le bâti en 1973. Par conséquent une perte supplémentaire de 73,73 ha de végétation a fortement contribué à augmenter les conséquences d'une imperméabilisation du sol déjà élevée dont les inondations constituent la manifestation la plus visible.

En 40 ans l'Homme a détruit 57,31% de la végétation encore présente dix années après l'indépendance. La végétation est phagocytée au profit du bâti et du développement des sols nus. Pourtant elle joue un rôle prépondérant du fait de son important pouvoir de rétention des écoulements de surfaces, les terrains à forte végétation ont moins tendance à ruisseler que les sols nus et les autres zones imperméables. La diminution des surfaces de végétation dans la zone induit des surfaces imperméabilisées augmentant ainsi le ruissèlement. Le risque d'inondation est automatiquement augmenté.

4.2.3 Taux d'imperméabilisation du bassin versant de l'Ekozoa

Le taux d'imperméabilisation entre ces deux dates a évolué (tableau 5) à cause de la densification et l'accroissement du tissu urbain dans le bassin versant de l'Ekozoa.

Tableau 2 : Evolution du taux d'imperméabilisation dans le bassin versant de l'Ekozoa de

Années	Taux d'imperméabilisation (%)
1973	80,60
2013	90,72

On a intégré les sols nus dans ce calcul et le taux d'imperméabilisation du bassin versant est passé de 80,60% en 1973 à 90,72% en 2013 soit une augmentation relative de 12,56% en 40 ans. Autrement dit 67,16 ha de sols imperméabilisés ont été générés par l'urbanisation. La conséquence directe c'est une diminution des infiltrations, une augmentation de la lame d'eau ruisselante, donc une augmentation du risque d'inondation. Cette valeur du taux d'imperméabilisation est légèrement différente de celle trouvée par Zogning (2005) pour le même bassin versant à cause du fait que cet auteur a intégré le bassin versant du Djoungolo comme faisant partie du bassin versant de l'Ekozoa.

4.2.4 Risque d'inondation dans le bassin versant de l'Ekozoa

Le traitement des données géographiques liées à l'expansion des inondations a permis d'obtenir la carte du risque d'inondation ci-dessous (figure 10) et la superficie totale de la zone inondable. Cette carte permet de voir l'étendue de l'inondation vers les espaces urbanisés lors

d'un évènement pluvieux important. La superficie de la zone inondable est d'environ 184,88 ha soit 27,9% de la superficie totale du bassin versant. Plus des $\frac{3}{4}$ des zones recouvertes par les eaux lors des inondations sont les surfaces de bâtis des quartiers spontanés situées majoritairement du coté de l'Abiergué tels que : Mokolo Elobi, Tsinga Elobi, Briqueterie, Messa, Nkomkana, mais aussi Bastos nouvelle route, Warda, rond point Poste Centrale.

L'urbanisation, en général, fulgurante et désorganisée que connaissent ces quartiers a considérablement perturbé les conditions d'écoulements naturels des eaux en entraînant l'imperméabilisation des sols. Il est alors apparu une accentuation progressive des risques d'inondation dans les zones occupées, comme les lits des rivières. L'urbanisation anarchique est un phénomène explicatif de la recrudescence des inondations dans le bassin versant de l'Ekozoa.

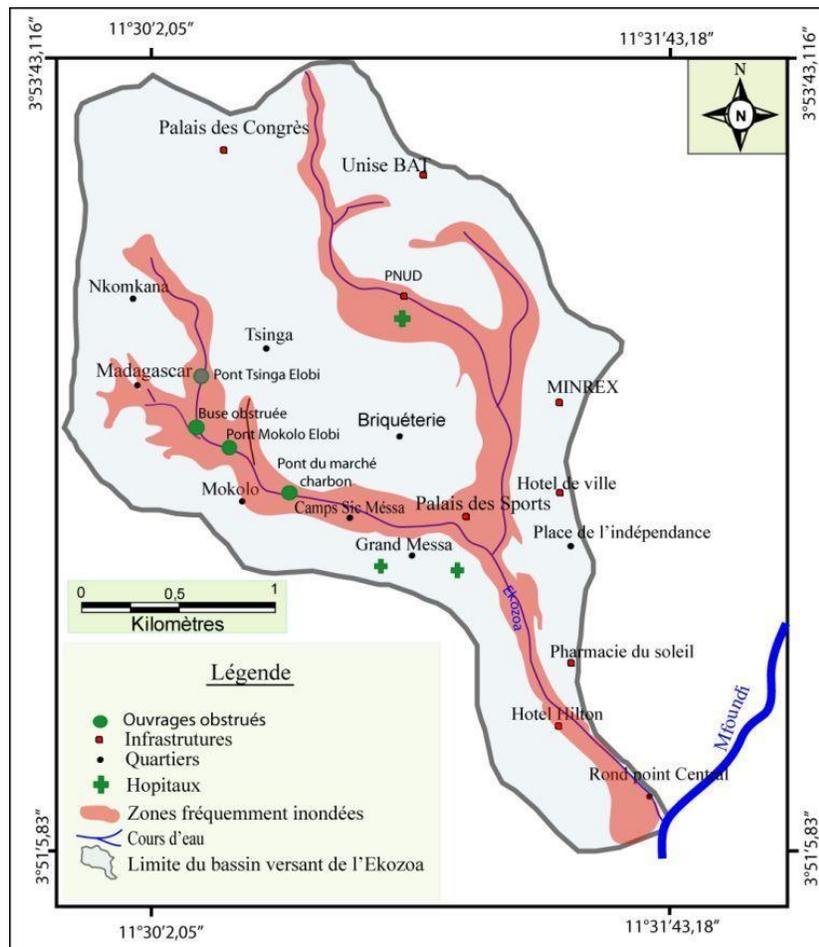


Figure 10 : Cartes des zones inondables et des ouvrages ayant un impact sur les crues (Source : Base de données SIG, CUY, modifié)

On voit sur cette carte (figure 10) que la zone de concentration des ouvrages qui font obstacle à l'écoulement des cours d'eau est aussi la plus large en termes d'envergure de la zone inondable. Ces ouvrages sont aussi le lieu où s'accumulent la plus part des déchets solides déversés dans les cours d'eau. Plusieurs équipements et infrastructures sont situés dans le rayon d'impact des inondations : le PAPOSY, une partie du Camp Sic de Messa, le siège du Programme des Nations Unies pour le Développement etc.

4.3 Quelques recommandations

Après avoir présentés les résultats de l'étude, il convient de faire quelques recommandations pour une meilleure gestion du risque inondation aux populations et aux pouvoirs publics.

4.3.1 Populations locales

Les populations sont à l'origine de l'aggravation du risque d'inondation, mais elles sont également les victimes lorsque la catastrophe survient, de ce fait elles doivent participer à la réduction de leur vulnérabilité aux inondations. Elles devraient :

- toujours se rapprocher des services publics compétant avant l'achat ou l'acquisition de parcelles afin d'évaluer l'inondabilité du site ;
- éviter d'habiter dans les zones inondables car elles sont très dangereuses ;
- se rapprocher des pouvoirs publics pour trouver des solutions efficaces afin de réduire leur vulnérabilité ;
- ne plus déverser des déchets dans les cours d'eau, car ils font obstacle à l'écoulement et sont souvent à l'origine des crues ;

4.3.2 Pouvoirs publics

Afin d'amener les populations à développer des comportements plus vertueux envers les cours d'eau, et d'avoir la culture du risque, les pouvoirs publics pourraient mener les actions suivantes :

- organiser fréquemment des audiences publiques avec les populations des zones inondables pour promouvoir la mémoire collective du risque, donner les moyens aux populations de le comprendre ;
- produire et diffuser les documentaires sur les inondations pour attirer l'attention de la communauté nationale sur l'ampleur et l'importance du problème ;
- renforcer les capacités des populations sur le développement des solutions pour réduire leur vulnérabilité par rapport au risque d'inondation ;
- veiller à l'entretien des ouvrages de drainage et d'assainissement dans les zones à risque d'inondation ;
- réaliser un plan de zonage du risque d'inondation dans la ville de Yaoundé ;
- élaborer un plan d'aménagement des cours d'eau dans la ville de Yaoundé (entretien des berges, curage régulier) et le faire respecter ;
- instaurer un système d'alerte au niveau communal pour prévenir les populations du danger éventuel à chaque fois qu'une inondation est pressentie dans ce territoire;
- effectuer une surveillance régulière des zones inondables afin stopper et de dissuader toute initiative d'installation des populations à l'intérieur de ces espaces;
- mettre en œuvre un Plan de Prévention du Risque d'Inondation ;
- multiplier les stations hydro pluviométriques à l'échelle du bassin versant du Mfoundi.

Conclusion générale

La présente étude visait à contribuer à la connaissance des facteurs aggravant le risque d'inondation dans le bassin versant de l'Ekozoa (Yaoundé). Elle reposait sur l'analyse de la perception du risque par les populations, l'analyse diachronique de l'occupation des sols.

Au terme de cette étude on a constaté que la mauvaise perception du risque par les populations, la dynamique de l'occupation du sol sont des facteurs aggravant du risque d'inondation dans le bassin versant de l'Ekozoa.

L'enquête menée sur le terrain auprès des populations montre que l'occupation anarchique des zones inondables dans la zone d'étude serait due à plusieurs facteurs: La pauvreté, facteur commun à l'ensemble de la population étudiée pourrait avoir affecté la lucidité et le discernement des populations au point de leur ôter toute capacité à évaluer le risque encouru. L'étude a montré que l'ignorance, couplée à la pauvreté ont un effet très réducteur sur la perception du risque, 44% des habitants (dont 16% sur les berges et 13% dans le lit moyen) trouvent qu'il n'est pas dangereux de vivre dans ces zones inondables. Les populations, profanes présentent une faible capacité à bien percevoir le risque d'inondation. 89 % des habitants ont affirmé être fréquemment victime d'inondations et semblent s'y être habitués. Cette accoutumance au risque, couplée à l'enracinement territorial (ancienneté dans le quartier) affectent la qualité de la perception du risque et procurent aux populations l'illusion d'un risque nul, faible ou acceptable ce qui est très loin de la réalité. D'autres facteurs tels que l'inconscience de certains habitants, le refus d'acceptation du risque observés entraînent une mauvaise perception du risque. Les populations ne se sont pas appropriées le risque et très peu d'entre elles l'acceptent et l'intègrent dans leur vie. On a noté que certaines de ces populations ne disaient pas toujours la vérité par peur d'être déguerpie, c'est sans doute pour cette raison que la perception du risque d'inondation n'a pas significativement varié en fonction des trois positions retenues pour l'étude (lit majeur, lit moyen, berges).

L'analyse de l'occupation des sols dans la zone d'étude dévoile que la dynamique urbaine constitue l'un des facteurs aggravant dans la genèse des inondations. En effet de 1973 à 2013, les surfaces de bâti sont passées de 80,6% à 87,6%. Il s'en est suivi une perte importante du couvert végétal et une multiplication des sols nus. L'indice de couverture végétale dans la zone d'étude

est passé de 19,4 % à 8,28% ce qui induit une perte de 73,73ha de végétation en 40 ans, le taux d'imperméabilisation dans le bassin versant a connu une augmentation relative de 12,56%, soit une augmentation de surfaces imperméabilisées de 67,16 ha, dans une zone déjà fortement urbanisée. Cette dynamique a induit une diminution des infiltrations donc une augmentation de la lame d'eau ruisselante et par conséquent une augmentation du risque d'inondation dans le bassin versant. La superficie de la zone inondable est estimée à 184,88 ha soit 27,9% de celle de la zone d'étude. Plus des $\frac{3}{4}$ de la zone submergée couvrent les quartiers enquêtés, mais aussi Bastos nouvelle route, Warda, rond point Poste Centrale.

L'étude révèle que les dégâts causés par ces inondations sont de toute nature : pertes en vies humaines (16 décès entre 1980 et 2013), états de stress, maladies hydriques, mais également économiques (17 797 000 FCFA).

Les pouvoirs publics devraient anticiper sur la dynamique de l'urbanisation afin d'avoir une attitude avanguardiste par rapport au risque d'inondation. La réalisation régulière d'enquêtes auprès des populations pour développer la mémoire, la culture et la conscience du risque, la cartographie prospective sont également des outils qui, entre de bonnes mains peuvent s'avérer très utiles pour concilier une urbanisation planifiée avec un risque d'inondation acceptable, puisque le risque zéro n'existe pas.

Bibliographie

Bagnouls, F., Gaussen, H., 1957. Les climats biologiques et leur signification. Annuaire géologique 26: 193-220 PP.

Bopda, A., 1997. Yaoundé dans la construction nationale au Cameroun: territoire urbain et intégration. Thèse de Doctorat en Géographie de l'Université Paris I- Panthéon Sorbonne, France 511P.

MINAT., 2009. La protection civile par les gestes qui sauvent. « *Rapport sur l'état de la Protection Civile au Cameroun, 2008/2009* » 186P.

PDU., 2008. « *Rapport de présentation* »

Tchotsoua, M., 2007. Les risques morpho-hydrologiques en milieu urbain tropical : cas de Yaoundé au Cameroun. *Actes des JSIRAUF, Hanoi*, 9P.

Zogning, M. M. O., 2005. Risques d'inondation à Yaoundé : le cas de la confluence du Mfoundi au centre ville et des quartiers péricentraux du bassin versant de l'Ekozoa. Mémoire de Maitrise de l'Université de Yaoundé 1, Cameroun 134P.

Texte de Lois

Loi N° 2004/003 du 21 avril. 2004 régissant l'urbanisme au Cameroun.

Sites internet

www.catnat.com Portail des sites internet consacrés à l'information sur les catastrophes dans le monde.

www.prim.net Portail des sites internet consacrés à l'information sur les catastrophes en France et dans le Monde.