



CARACTERISATION GEOGRAPHIQUE DE LA POLLUTION DE L'EAU DANS LES QUARTIERS DE L'ARRONDISSEMENT DE DOUALA 3E (CAMEROUN)

GEOGRAPHICAL CHARACTERIZATION OF WATER POLLUTION IN THE NEIGHBORHOODS OF THE DOUALA 3RD DISTRICT (CAMEROON)

¹ NSEGBE Antoine de Padoue.

¹ Chargé de Cours, Université de Dschang, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Département de Géographie
ansegebe2001@gmail.com

NSEGBE Antoine de Padoue, Caractérisation géographique de la pollution de l'eau dans les quartiers de l'arrondissement de Douala 3e (Cameroun), *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé* 5 (9), 53-70, [En ligne] 2021, mis en ligne le 27/06/2022, consulté le 2022-06-27 20:44:09, URL: <https://retssa-ci.com/index.php?page=detail&k=249>

Résumé

Douala est la ville la plus peuplée du Cameroun. Sa croissance est à l'origine d'un étalement qui accroît les pressions sur les ressources en eau dont la dégradation se fait à la faveur de processus multiples, dans un contexte où l'assainissement liquide est problématique, autant pour l'évacuation et que le traitement des effluents. Les systèmes d'assainissement de la ville sont en effet très faibles et insuffisants, le mode le plus usité étant individuel et caractérisé par l'utilisation généralisée de latrines souvent creusées jusqu'au niveau des nappes d'eau en affleurement. Ces latrines sont reliées aux cours d'eau et canalisations aménagées, très sollicitées à l'occasion des pluies. Cette situation interroge sur l'exposition et la forte prévalence des maladies liées à l'eau, au moment où la ville fait face depuis février 2022, à la cinquième épidémie de choléra en moins de

vingt ans. Si rendre compte de la qualité de l'eau repose très souvent sur une démarche de bio-évaluation, que peut apporter l'analyse géographique en matière de caractérisation des pressions exercées sur cette ressource ? Le présent travail met en évidence et caractérise la pollution de l'eau dans les quartiers de Douala 3e. Il s'appuie sur une approche par Système d'Information Géographique et intègre les données issues d'une enquête quantitative effectuée auprès de 2637 ménages. Il s'est ainsi agi d'élaborer un système d'indicateurs de risque et d'état de pollution de l'eau, partant d'une modélisation en deux étapes. La première a porté sur la sélection et la combinaison de facteurs de risque les plus représentatifs. Cette combinaison a permis d'obtenir des critères à partir desquels l'Indice de Risque de Contamination Fécale a été généré. La deuxième a porté sur une hiérarchisation des maladies hydriques. Leur combinaison a permis de définir l'Incidence Conjuguée des Maladies liées à l'Eau. Ce dernier critère associé au premier indice a permis d'obtenir le Taux de Contamination Fécale chez les enfants de moins de 8 ans. L'indice et le taux ainsi obtenus permettent d'établir une corrélation entre les caractéristiques socioéconomiques et environnementales, les pratiques d'assainissement et le degré de contamination fécale très variable en fonction des quartiers.

Mots clés : urbanisation, ressource en eau, assainissement, risque, pollution fécale, Douala.

Abstract

Douala is the most populated city in Cameroon. Its growth is at the origin of a sprawl which increases the pressures on water resources whose degradation takes place thanks to multiple processes, in a context where liquid sanitation is problematic, as much for the evacuation and the effluent treatment. Sanitation systems in the city are indeed very weak and insufficient, the most common mode being individual and characterized by the generalized use of latrines often dug to the level of outcropping water tables. These latrines are connected to the waterways and developed pipes, which are very busy during the rains. This situation raises questions about the exposure and high prevalence of water-related diseases, at a time when the city has been facing since February 2022, the fifth cholera epidemic in less than twenty years. If reporting on water quality is very often based on a bio-assessment approach, what can geographical analysis bring in terms of characterizing the pressures exerted on this resource? This work highlights and characterizes water pollution in the districts of Douala 3. It is based on a Geographic Information System approach and incorporates data from a quantitative survey of 2,637 households. This involved developing a system of water pollution risk and state indicators, based on a two-step model. The first focused on the selection and combination of the most representative risk factors. This combination made it possible to obtain criteria from which the faecal Contamination Risk Index was generated. The second focused on a hierarchy of waterborne diseases. Their combination has made it possible to define the Combined Incidence of Water-related Diseases. This last criterion associated with the first index made it possible to obtain the faecal Contamination Rate in children under 8 years of age. The index and rate thus obtained make it possible to establish a correlation between socio-economic and environmental characteristics, sanitation practices and the degree of faecal contamination, which varies greatly depending on the neighborhood.

Key words: urbanization, water resource, sanitation, risk, fecal pollution, Douala.

INTRODUCTION

Le principal problème de l'urbanisation est la croissance exponentielle de la population urbaine. Ce contexte se traduit aussi par une absence de planification qui induit la bidonvilisation des cités, le difficile accès aux services et équipements de base et la paupérisation des populations. Ces facteurs combinés exposent les ressources naturelles à de fortes pressions, le risque de pénurie d'eau dans le cas d'espèce. Il s'agit d'une préoccupation centrale pour les grandes villes d'Afrique au Sud du Sahara, d'autant plus que sa consommation est aussi en croissance exponentielle. De plus, les modes d'assainissement développés par les populations urbaines affectent en permanence les réserves d'eau disponibles.

L'urbanisation non maîtrisée des villes africaines, avec une défaillance des services de gestion des déchets urbains, génère ainsi des paysages qui deviennent des lieux d'interactions multiples et variées entre santé et environnement (I. Sy et al, 2011, p. 1). Ces interactions sont particulières dans les villes littorales qui sont à la fois d'importants foyers de peuplement et des zones de transfert ou d'ouverture sur l'extérieur. Elles suscitent par conséquent des convoitises, et font l'objet de compétition pour l'accès et le contrôle de leurs multiples richesses. En Afrique, l'urbanisation s'est accélérée, avec des taux qui sont passés de 14 % en 1950 à 40 % en 2018. Un quart des 100 villes du monde dont l'expansion est la plus rapide se trouve en Afrique, où 52 d'entre elles abritent plus d'un million d'habitants (A. Mbade Sène, 2018, p. 15 ; A de P. Nsegbe, 2019, p. 49). Parmi ces villes, Douala, capitale économique et principale ville du Cameroun fait face à une urbanisation très rapide et démesurée. L'urbanisation y est anarchique et non maîtrisée, se confrontant depuis plusieurs décennies aux ressources. Soumis à une forte croissance urbaine dans un contexte de sous-équipement en services d'assainissement, l'arrondissement de Douala 3e qui fait l'objet de la présente recherche, n'échappe pas à cette situation. Il se singularise par sa taille et son poids démographique, et se caractérise par la propagation de nombreuses pathologies, en particulier celles liées à l'eau. Au rang des indicateurs qui permettent de mieux rendre compte de cette situation, il y a la persistance des contraintes d'assainissement, la recrudescence de l'occupation d'espaces résiduels (Bas-fonds marécageux, anciennes décharges et zones

inondables), ce qui rend l'accès difficile aux équipements et services de base. Cette conjonction de facteurs rend fertile l'exposition des populations des quartiers de l'arrondissement aux risques de pollution de l'eau par contamination fécale.

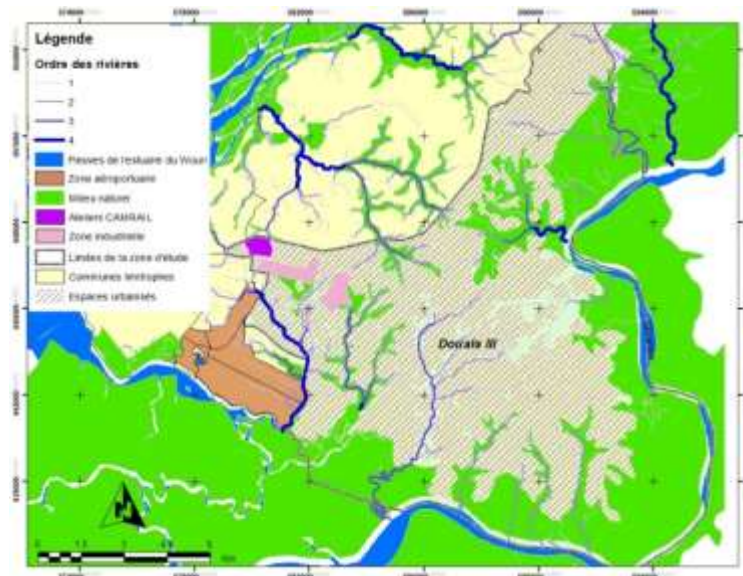
1. OUTILS ET MÉTHODE

1.1. Le cadre de l'étude

Capitale économique du Cameroun et site portuaire situé entre 3°59'0" et 4°7'30" de latitude Nord, 9°36'044 et 9°49'30" de longitude Est, Douala est une ville d'estuaire logée au fond du golfe de Guinée. Il s'agit d'une ville dont le développement urbain est de loin le plus important du Cameroun, avec des surfaces urbanisées estimées en 1983 à 6.500 ha contre 25.700 ha en 2021 (A. de P. Nsegbe, 2021, p. 226). Il en résulte un développement de la ville informelle qui

caractérise l'arrondissement de Douala 3^e. Dans cet arrondissement, la conquête de l'espace urbain correspond à une phase de dérégulation profonde engendrée par la crise des années 1990. Cette crise est marquée par l'entrée en scène de nouveaux acteurs spatiaux que sont les promoteurs immobiliers privés ainsi que les migrants (J. M. Olinga Olinga, 2021, p. 11). Ce contexte a exacerbé la spéculation immobilière et foncière au point que l'usage à des fins résidentielles des bas-fonds et des franges impropres à la fonction résidentielle est devenu la norme. Douala 3^e constitue enfin le principal front dessiné par la dynamique urbaine actuelle qui ne s'est malheureusement pas accompagnée d'une amélioration qualitative du cadre et des conditions de vie des populations (J. M. Olinga Olinga, 2021, p. 13) (Figure n° 1).

Figure n° 1 : Présentation de la ville de Douala



Source des couches de base : CUD, 2018

1.2. Données utilisées

Les données utilisées dans cette étude proviennent d'une enquête quantitative effectuée auprès de 2637 ménages sélectionnés dans l'ensemble des quartiers de l'arrondissement, au prorata du nombre de ménages de chacun d'entre eux. Le choix des ménages à l'intérieur des quartiers s'est fait en tenant compte de leur répartition dans les différents blocs constitutifs, l'objectif étant de prendre en compte leur hétérogénéité. Cette enquête s'est focalisée notamment sur les pratiques d'assainissement des

populations résidentes, les principaux problèmes de santé ressentis par les habitants, la prévalence d'un certain nombre de maladies et les facteurs environnementaux permettant d'appréhender la vulnérabilité aux risques sanitaires des populations de ces quartiers pour la plupart défavorisés. Les informations recueillies auprès des ménages ont ensuite été dépouillées, mises en forme et intégrées dans une table Excel. Cette table a par la suite fait l'objet d'une jointure avec la table attributaire de la couche « quartier » acquise à la Communauté Urbaine de Douala. Ces données issues de l'enquête ménage

Caractérisation géographique de la pollution de l'eau dans les quartiers de l'arrondissement de Douala 3e (Cameroun) ont été complétées par les données épidémiologiques acquises à la délégation régionale de la santé pour le littoral.

1.3. Les indicateurs de la dégradation de la ressource en eau

La méthode d'évaluation et de cartographie décrite dans la présente recherche repose sur le développement de deux indices : un indice de risque de pollution de l'eau à la base de l'indice synthétique recherché, et un indice d'état de pollution fécale de l'eau. Ce dernier qui sert à constituer une représentation cartographique de la dégradation de la ressource en eau est déterminé à partir de trois cheminements principaux : (1) l'identification du type de dégradation, (2) l'extension sur le terrain du type de dégradation identifié et (3) le degré de dégradation de la ressource (P. Brabant, 2010, p. 15).

1.3.1. Premier indicateur : Le type de dégradation

Si de nombreux types et sous types de dégradation des terres sont répertoriés et standardisés à l'échelle internationale, la dégradation de la ressource en eau n'a pas fait l'objet de la même attention. Relevons tout de même que toutes les formes de dégradation sont induites ou aggravées par les activités humaines. Néanmoins, le Groupe de Travail International pour la définition d'Indicateurs de Qualité des Terres pour un Développement Durable des Ressources Naturelles (IQT), la Commission des Nations Unies pour le Développement Durable (UNCSD), la Banque Mondiale et l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE), ont proposé des indicateurs de dégradation de l'eau que nous comparons dans le tableau 1. Comme on peut le voir, certains de ces indicateurs se recoupent, d'autres sont complémentaires. Enfin, ils sont sommaires, dans la mesure où les objets qu'ils visent ne peuvent pas être évalués dans leur totalité. Mais dans l'ensemble, aucun de ces indicateurs n'est opérationnel dans le contexte de l'Afrique.

Tableau 1 : Différents indicateurs de dégradation des eaux

| Indicateur de dégradation des eaux | Pression | Etat | Réponse |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OCDE (ressources en eau et eutrophisation) | Intensité d'utilisation des ressources en eau. Rejets de N et de P dans les cours d'eau | Fréquence, durée et étendue des périodes de pénurie d'eau DBO/OD, concentration en N et en P dans les eaux intérieures et les eaux marines | Tarifification de l'eau et redevances pour l'épuration des eaux usées ; % de la population raccordée à une station d'épuration biologique et/ou chimique des eaux usées; part de marché des détergents sans phosphates |
| UNCSD | Prélèvements annuels des eaux souterraines et de surface. Consommation domestique per capita | Réserves en eaux souterraines; concentration en coliformes fécaux des eaux douces; demande biologique des cours d'eaux | Taux de traitement des eaux usées; densité des réseaux hydrologiques |
| Banque Mondiale | Intensité d'utilisation des ressources en eau | Accessibilité pour la population | Adoption de pratiques de conservation de l'eau |
| IQT (abaissement de la nappe d'eau souterraine et/ou salinisation) | Besoins en eau agricole excédant la capacité de recharge naturelle des eaux souterraines | Abaissement des nappes phréatiques Echecs culturels dus aux pénuries en eau ou à la salinisation des sols | Mise en œuvre de pratiques d'irrigation améliorées, mise en œuvre de travaux de restauration des sols ; développement de cultures tolérantes aux sels ; abandon de terres agricoles du fait de leur salinisation ou hydromorphie ; tendances en matière de dépenses pour la maintenance des canaux de distribution |

Source : Y. Glémarec et P. Braban, 2006, p. 61

Dans les Etats en Afrique au Sud du Sahara en effet, la gestion des ressources en eau n'est pas adossée sur les mêmes systèmes d'indicateurs que dans les pays occidentaux. C'est la raison pour laquelle deux indicateurs de suivi ont été retenus ainsi que le montre le tableau 2.

Tableau 2 : Indicateurs de dégradation des eaux pour l'arrondissement de Douala 3^e

| Indicateur de suivi de la ressource en eaux | Pression | Etat | Réponse |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Pénurie en eau | Intensité d'utilisation de la ressource en eau | Fréquence, durée et étendue des périodes de pénurie d'eau | Adoption de pratiques de conservation de l'eau |
| Pollution de l'eau | Émissions de rejets polluants | Concentration en polluants | Investissements en services et programmes de réduction des émissions polluantes |

Source : Enquête de terrain, 2021

La question de la pénurie est très largement évoquée. La dégradation de la qualité de la ressource conjuguée à la progression de la demande dans les espaces périurbains engendre saisonnièrement des tensions dans l'accès à la ressource (E. Renaud-Hellier, 2006, p. 5). A Douala, malgré la forte pluviosité, des phénomènes temporaires mais critiques de pénuries en eau sont fréquents, notamment en saison sèche. Les populations de plusieurs quartiers de l'arrondissement de Douala 3^e sont ainsi confrontées à un risque de pénurie récurrente d'eau potable, si elles ne comptent que sur les sources classiques. Même face à la persistance de cette réalité, les données statistiques disponibles ne permettent pas d'envisager une évaluation de la pénurie et de la pollution de l'eau. C'est la raison pour laquelle nous avons procédé au choix de deux indicateurs agrégés et pondérés de remplacement, l'indice de risque de pollution de l'eau et l'indice d'état de pollution par contamination fécale de l'eau.

1.3.2. Deuxième indicateur : l'extension de la dégradation

Après avoir identifié le type de dégradation, il est nécessaire de calculer son extension définie comme « la superficie de terrain soumise à un type ou un sous-type donné de dégradation dans une zone déterminée » (P. Brabant, 2008, p. 25). Il s'agit d'une donnée quantitative alors que le type est une donnée qualitative. Le préalable pour connaître l'extension est évidemment d'identifier d'abord le type et le sous-type de dégradation. L'extension de la dégradation s'exprime en pourcentage de la superficie étudiée (P. Brabant, 2010, p. 16).

La préoccupation ici porte sur la dégradation de l'eau par pollution fécale, dégradation qui n'a pas fait, comme nous l'avons déjà relevé, l'objet de standardisation comme c'est le cas pour la dégradation des terres. De plus, la dégradation des ressources en eau concerne les populations urbaines observées dans les ménages et agrégés à l'échelle du quartier. On est donc d'emblée confronté à un problème d'échelle avec ses conséquences sur la densité des observations (P. Brabant, 2008, p. 25). C'est la raison pour laquelle, restant dans une démarche quantitative, l'extension de la dégradation sera analysée, puis cartographiée à l'échelle du quartier, d'autant plus que les grandes échelles conviennent à de petites superficies ne dépassant pas 100 km². Aucun quartier ici n'approche une telle superficie.

1.3.3. Troisième indicateur : le degré de dégradation

Le degré de dégradation, indicateur qualitatif, est le stade de gravité (ou de sévérité) atteint par un type de dégradation donné dans un quartier déterminé. Prenons par exemple un cas simple : une terre cultivée a perdu, sous l'effet de l'érosion hydrique en nappe, une épaisseur de 1 cm de sa couche arable, dont l'épaisseur était à l'origine de 20 cm. Le degré de dégradation est alors considéré comme « faible ». Par contre, si la couche de terre érodée atteint 15 cm, le degré est alors considéré comme « fort » ou « très fort ». Ce type d'évaluation n'est pas forcément aussi facile pour toutes les formes de dégradation.

Rappelons que le degré de dégradation qualitative est, en contexte urbain, évalué par rapport au cumul de phénomènes polluants, ici

Caractérisation géographique de la pollution de l'eau dans les quartiers de l'arrondissement de douala 3e (Cameroun)

les rejets fécaux. Il se fonde sur le postulat suivant : plus le degré de dégradation est élevé, plus le risque d'exposition aux maladies liées à l'eau est élevé. Le degré de dégradation peut devenir faible à nul si les pratiques d'assainissement sont conformes aux normes d'hygiène et de gestion des déchets fécaux. L'évaluation du degré de dégradation peut se faire suivant deux méthodes :

- La première méthode consiste à identifier les propriétés physico-chimiques et bactériologiques de l'eau qui sont des marqueurs de son degré de dégradation et qui peuvent avoir un impact négatif pour sa consommation. Ces marqueurs doivent autant que possible être faciles à observer, à mesurer ou à estimer, afin qu'un observateur puisse évaluer aussi objectivement que possible le degré de

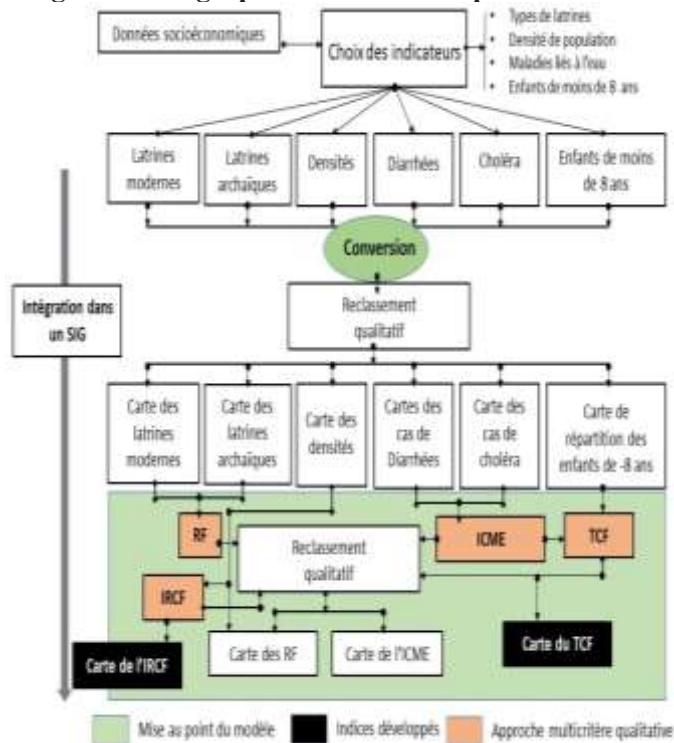
dégradation. L'une des entrées les plus utilisées reste la bio-indication ;

- La seconde méthode considère que la forte prévalence de maladies entériques (*S. Verhille, 2013, p. 1*) dans la population en général, chez les enfants en particulier, indique que l'eau est dégradée.

1.4. Méthodes mises en œuvre

La méthodologie de modélisation et de cartographie de l'indice de pollution fécale de l'eau est schématisée par la figure n° 2. La première étape de notre démarche consiste à sélectionner les facteurs les plus représentatifs pouvant intervenir dans la modélisation de l'indice de risque de pollution de l'eau et de l'indice d'état de pollution de l'eau. Il s'agit des pratiques d'assainissement liquide caractérisées par le « type de latrines », paramètre à partir duquel un premier critère, « *les Risques Fécaux* » (RF) a été généré.

Figure n° 2 : Méthodologie de cartographie de l'indice de pollution fécale de l'eau



Ce critère est le résultat de la combinaison de deux indicateurs pondérés, à savoir les latrines dites modernes caractérisées par un système

d'évacuation des toilettes équipé d'un joint hydraulique raccordé à une fosse, et les latrines dites archaïques qui en sont dépourvues.

$$(Eq. 1) \quad RF = (LAT 1 \times 0.5) + (LAT 2 \times 1.5)$$

Avec :
 LAT 1 = Latrines modernes
 LAT 2 = Latrines archaïques

Le deuxième facteur porte sur les densités de population qui renseignent sur le niveau de promiscuité des quartiers, en partant de l'hypothèse que plus les densités sont fortes plus le risque est élevé. Ainsi, les émissions fécales

sont estimées en multipliant le degré de risque de contamination fécale associé aux pratiques sanitaires rencontrées dans les zones pilotes (RF) par la densité de la population, comme suit :

$$(Eq. 2) \quad IRCF = DENS \times RF$$

Avec :
 IRCF = Indice de risque de contamination fécale de l'eau, de 1 (nul à très faible) à 4 (très fort).
 DENS. = Densité de population (hab/km²).
 RF = Risque de contamination fécale associée aux pratiques sanitaires existantes.

Le deuxième groupe de facteurs a porté sur une hiérarchisation des maladies citées en familles de grands syndromes (I. Sy et al, 2011, p. 4). Ainsi, les problèmes de santé associés aux maladies liées à l'eau, l'hygiène et l'assainissement ont permis de regrouper des pathologies comme la diarrhée, les maladies digestives, les douleurs abdominales et les dermatoses. Le choléra et la

diarrhée ont permis de définir le second critère, l'Incidence Conjuguée des Maladies liées à l'Eau (ICME). Ces maladies ont été identifiées comme étant très liée à la contamination fécale dans la ville. Nous nous sommes intéressés à leur influence conjugquée en les additionnant grâce à l'outil « *Map calculator* » ainsi qu'il suit :

$$(Eq. 3) \quad ICME = Ch + Di$$

Avec :
 ICME = Incidence conjugquée des maladies liées à l'eau
 Ch = Choléra
 Di = Diarrhée

En règle générale, la prévalence à ces maladies est plus forte chez les enfants de moins de 8 ans en l'occurrence. C'est la raison pour laquelle c'est sur cette tranche de la population que se fonde le deuxième indice. Ce critère (ICME)

combiné avec la prévalence des maladies liées à l'eau chez les enfants de moins de 8 ans a permis d'obtenir le deuxième indice, le Taux de Contamination Fécale chez les enfants de moins de 8 ans.

$$(Eq. 4) \quad TCF = EN-8 \times ICME$$

Avec :
 TCF = Taux de contamination fécale chez les enfants de moins de 8 ans
 EN-8 = Enfants de moins de 8 ans

L'intérêt de notre démarche réside et s'appuie sur l'apport des données numériques par l'exploitation d'un SIG permettant de spatialiser et caractériser le degré de dégradation de la ressource en eau sur l'ensemble de

l'arrondissement. La méthode employée consiste à intégrer sous forme de couches d'informations dans un SIG, les données collectées dans le cadre de l'enquête quantitative précédemment mentionnée. Chaque variable de la table

attributaire est convertie en raster, puis reclassées qualitativement sous forme d'un indicateur à intégrer dans le modèle, en fonction de sa contribution au phénomène étudié (P. Dumas, 2010, p. 574). Les nouveaux plans d'informations sont par la suite hiérarchisés, puis combinés par le biais d'une analyse multicritère qualitative grâce à la *calculatrice raster*. Par ses fonctionnalités d'intégration de données hétérogènes (en mode vecteur ou « *raster* ») aux formats distincts, et d'actualisation rapide de celles-ci (P. Dumas, 2010, p. 554), le SIG nous est apparu comme un outil dynamique très intéressant pour croiser l'ensemble de nos données.

2. Résultats

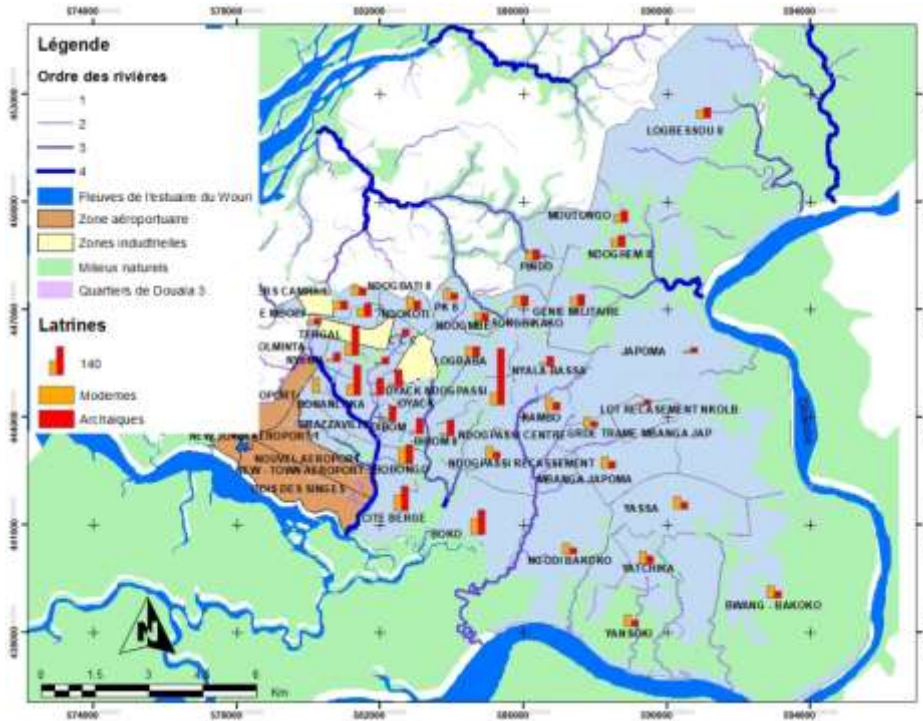
2.1. Qualification et caractérisation du risque de contamination fécale

Les maladies transmises par l'eau et les excréta humains continuent d'être considérées au Cameroun comme un problème de santé publique. La principale source de pollution domestique de l'eau à Douala est la contamination fécale du fait de l'importance de l'usage de latrines très peu améliorées. Les vulnérabilités individuelles s'additionnent au

niveau urbain pour déboucher sur une vulnérabilisation de l'ensemble urbain en général qu'il est facile de repérer par la dégradation du bâti et la péjoration des conditions d'assainissement (A. de P. Nsegbe, 2019, p. 50). Dans les quartiers de Douala 3^e en effet, les populations les plus démunies se concentrant le plus souvent là où les conditions environnementales et de logement sont précaires, notamment dans les bas-fonds marécageux, et généralement le long des cours d'eau. Ce contexte est favorable à la pollution, avec la prédominance de l'usage des latrines dites archaïques. 41,93 % de ménages utilisent ainsi des latrines dites modernes contre 58,06 % pour les latrines dites archaïques (Figure n°3).

Tous ces facteurs ont des liens avec la situation environnementale qui offre des conditions propices à la circulation des germes pathogènes dans l'espace urbain par le biais de plusieurs mécanismes. Certains d'entre eux sont associés aux problèmes d'accès à l'eau potable, d'autres à l'évacuation des déchets, aux conditions d'habitat ainsi qu'aux niveaux socio-économiques. Il existe ainsi une relation significative entre la prévalence diarrhéique et les types de latrines utilisées.

Figure n° 3 : Prédominance de l'usage des latrines dites archaïques dans l'arrondissement de Douala 3è



Source : Enquête de terrain, 2012 et mises à jour, 2021

La prédominance de telles infrastructures d'assainissement pose le problème plus global d'absence d'équipements modernes d'assainissement liquide. Il s'agit ici de la gestion des boues et matières fécales, principales sources de bactéries pathogènes dans les eaux. Ces boues semblent constituer des centres majeurs de diffusion des maladies hydriques telles que les diarrhées, la typhoïde et le choléra. Ainsi le contenu fécal de ces latrines est directement déversé dans les cours d'eau à l'occasion de fortes averses. Certaines de ces

latrines sont directement aménagées sur les cours d'eau (Planche photographique n°1).

Par endroits, la présence d'une nappe d'eau sub-affleurante et la faible perméabilité des sols argilo-sableux rend ces derniers inaptes à l'épuration comme à l'élimination des eaux usées (A. de P. Nsegbe, 2019, p.52). Il s'agit aussi de quartiers en proie aux inondations qui sont des aléas consécutifs à de fortes averses occasionnant la montée des eaux, vecteur non négligeable de dissémination des germes bactériens.

Planche photographique 1 : Diversités des méthodes d'évacuation des déchets fécaux dans les quartiers de Douala 3è



Crédits photographie, Nsegbe, 2011, 2020 et 2021

Les déchets déversés dans les cours d'eau sont essentiellement composés de boues et matières fécales à travers différents mécanismes. Dans les quartiers précaires, les populations s'installent généralement aux abords des cours d'eau. Dans ces zones fortement eutrophisées, les latrines sont construites en matériaux de récupération aux abords de ces habitations (a) ou directement sur le plan d'eau (b). Certaines des fosses d'aisance sont reliées aux cours d'eau par des émissaires (c). En l'absence d'une station d'épuration des eaux dans la ville de Douala, contre trois pour Yaoundé, une dépositrice des boues et matières fécale est aménagée au quartier Bois des Singes. fut construite en 2003. Cette infrastructure obsolète reçoit en moyenne une trentaine de camions de vidange qui déversent tous les jours leur contenu sur ce site (d).

2.2. Le risque de contamination fécale exacerbé par les fortes densités de population

Le niveau de promiscuité des quartiers de l'arrondissement est un indicateur de la précarité de ces espaces. Cette promiscuité se traduit par les fortes densités de population. Nous partons donc de l'hypothèse que dans ces quartiers où l'usage de latrines archaïques domine, plus les densités sont fortes, plus le risque de pollution fécale est élevé.

L'élaboration de l'Indice de Risque de Contamination Fécale (IRCF) a ainsi reposé sur l'utilisation de deux variables. La population qui constitue l'élément exposé pour lequel il a fallu supprimer l'influence de la dimension des quartiers, en la caractérisant à travers sa densité repartie en quatre classes. Chacune de ces classes

renseigne sur le degré de dégradation par contamination fécale de l'eau. Bien souvent, l'absence de nomenclature fait du degré de dégradation l'opération la plus difficile de toutes celles qui sont mises en œuvre pour caractériser un état de dégradation (P. Brabant, 2010, p.21). Il s'agit donc d'une opération plus facile à décrire qu'à quantifier. Le degré de dégradation peut par ailleurs varier graduellement d'un niveau très faible à un niveau très fort. Quatre classes sont établies et appliquées à une notation entre 1 et 4, la valeur la plus faible (densité inférieures à 25 habitants/km²) signifiant une influence faible et la valeur la plus élevée (densités supérieures à 350 habitants/km²) une influence très élevée (Tableau n°3).

Tableau n°3 : Valeurs de notation retenues pour les densités

| Classes de référence | Valeurs des densités | Qualification de l'impact de la densité |
|----------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| 1 | < 25 | Faible à très faible |
| 2 | 25 – 150 | Relativement faible |
| 3 | 150 – 350 | Relativement élevée |
| 4 | >350 | Élevée à très élevée |

Le risque de contamination fécale (deuxième variable) associée aux pratiques sanitaires s'est appuyé sur la prédominance de latrines archaïques dans les différents quartiers de

l'arrondissement suivant le même principe, à savoir que le risque de contamination s'accroît avec la prédominance de latrines archaïques

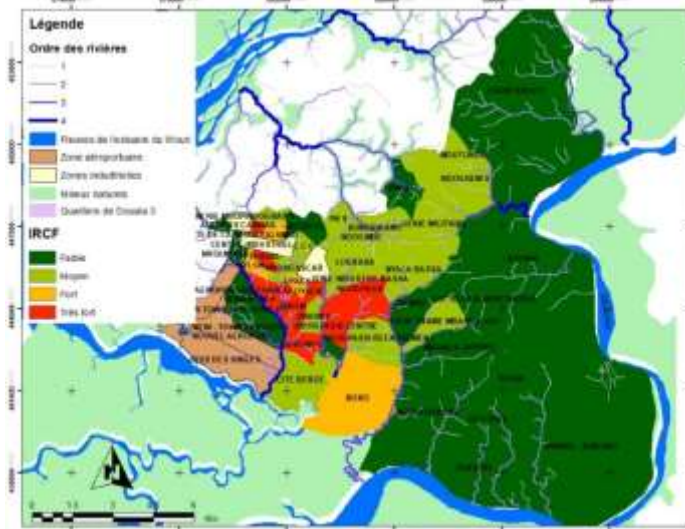
et/ou d'un système d'assainissement pouvant être qualifié comme tel (Tableau n°4).

Tableau n°4 : Qualification du risque de contamination fécale

| Équipements sanitaires | Classes de référence | Qualification du risque |
|------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Fosse septique (latrines modernes) | 1 | Faible |
| Latrines proches d'un puits d'eau | 2 | Moyen |
| Latrine avec système d'évacuation vers un plan d'eau | 3 | Fort |
| Latrine sur plan d'eau | 4 | Très fort |

Le résultat de la figure 4 permet ainsi d'identifier quatre niveaux de risques :

Figure n°4 : Indice de risque de contamination fécale de l'eau dans les quartiers de Douala 3è



Source : Enquête de terrain, 2012 et mises à jour, 2021

- Un risque faible de contamination fécale qui caractérise les nouveaux quartiers planifiés qui se sont développés à l'Est de l'arrondissement. Il s'agit de quartiers lotis (Bwang-Bakoko, Yansoki, Mbanga-Bakoko, Logbessou), dotés de logements sociaux (Yassa et Mbanga-Bakoko) et dont certains font l'objet de promotion immobilière (Japoma, Mbanga-Bakoko). Ces quartiers sont dans l'ensemble dotés d'équipements d'assainissement modernes avec un système de gestion des matières fécales conventionnel : utilisation d'une fosse septique et d'un puisard, vidange à l'occasion par des sociétés agréés, réseau d'égouts ;*
- Un risque moyen à fort caractérise les quartiers péricentraux de l'arrondissement. Il s'agit de quartiers populaires et très densément peuplés dont l'occupation est mixte (planifiée et spontanée), et dans lesquels les pratiques d'assainissement sont à la fois modernes et archaïques. Dans les quartiers soumis au risque moyen, le risque de dégradation de l'eau par contamination fécale est atténué par l'existence de bâtiments d'habitation modernes équipés d'un dispositif d'assainissement*

moderne. Pour le cas des quartiers exposés à un risque fort (Mboko, Oyack, Nylon et Ndog-simbi), on observe des pratiques d'hygiène empruntées du milieu rural et reproduites en ville : activité d'élevage porcin liée à l'assainissement, usage des espaces de vie comme dépotoirs des déchets. Ces quartiers sont dans l'ensemble bâtis dans des bas-fonds marécageux, vallées inondables et offrent, à travers le réseau hydrographique très dense, des possibilités d'évacuation importantes des excréments, dans un contexte où ces eaux sont aussi utilisées pour des usages domestiques et la baignade, notamment des enfants ;

- *Le risque très fort caractérise* les quartiers Ndog-passi, Dibom 1 et 2, Cité Berge, Bobongo et Oyack. Ils présentent tous les mêmes caractéristiques : quartiers spontanés, développés dans des espaces résiduels sur et/ou autour d'une mangrove, très fortes densités humaines, espace à la fois milieu de vie et dépotoir, inondations permanentes, promiscuité ambiante, prédominance de latrines archaïques...

2.3. Une contamination fécale qui se traduit par la prévalence des maladies liées à l'eau

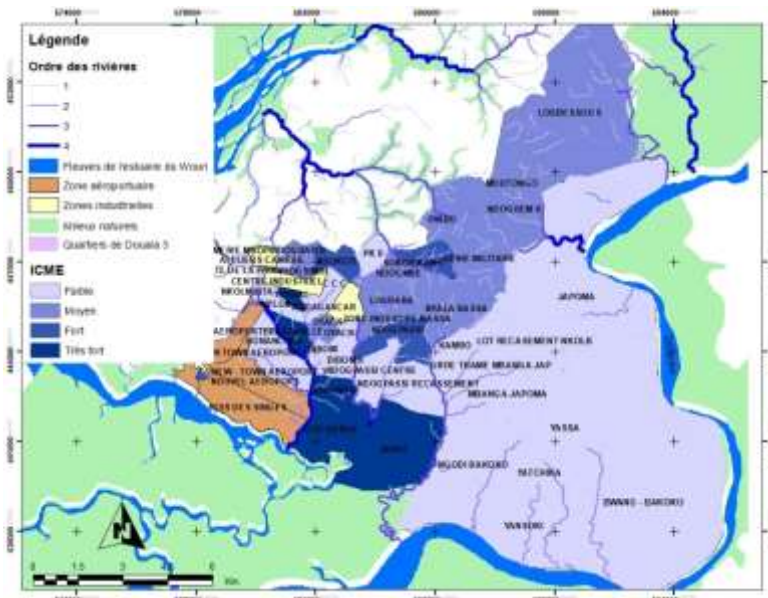
Le taux d'incidence des maladies hydriques, notamment des diarrhées et du choléra est étroitement associé à la contamination fécale de l'eau. A Douala, les données censées être centralisées par la Délégation régionale de la

santé pour le Littoral n'existent que très partiellement. Nous nous sommes à cet effet fiés aux données issues de l'enquête quantitative effectuée auprès des ménages, l'objectif étant, entre autres, d'identifier les maladies les plus fréquentes. Les maladies ainsi identifiées ont été classées en familles de grands syndromes (Gagneux et Schneider, 1997 cités par I. Sy et al, 2011, p. 4). Ainsi, les problèmes de santé associés au paludisme, aux fièvres et à la grippe ont été réunis dans le « syndrome paludisme » et ceux liés à l'eau, l'hygiène et l'assainissement dans le « complexe EHA » regroupant des pathologies comme la diarrhée, les maladies digestives, les douleurs abdominales et les dermatoses.

Cette enquête a révélé la prédominance de cinq maladies. Il s'agit par ordre d'importance du paludisme (45,59 %), de la typhoïde (19,47 %), du choléra (15,15 %), des maladies de la peau (10,03 %) et des diarrhées (9,75 %). Le résultat de la figure n° 5 permet ainsi d'observer que cette incidence est plus forte dans la partie Sud-ouest de l'arrondissement, en l'occurrence dans les quartiers Mboko et Cité Berge. L'incidence est faible à nulle dans l'ensemble de la partie Est.

Le secteur Est de l'arrondissement se caractérise par le développement de nouveaux quartiers lotis, de zones pavillonnaires ainsi que de secteurs faisant l'objet de promotions immobilières. Par ailleurs, Les données collectées par les centres de prise en charge lors des épidémies de choléra de 2004, 2010, 2012 et 2022, ainsi que celles collectées dans le cadre de l'enquête ménage de 2015 et 2021 montrent que le taux d'incidence des diarrhées et du Choléra chez les enfants de moins de 8 ans est plus élevé.

Figure n°5 : Incidence conjuguée des Diarrhées et du Choléra dans les quartiers de Douala 3è

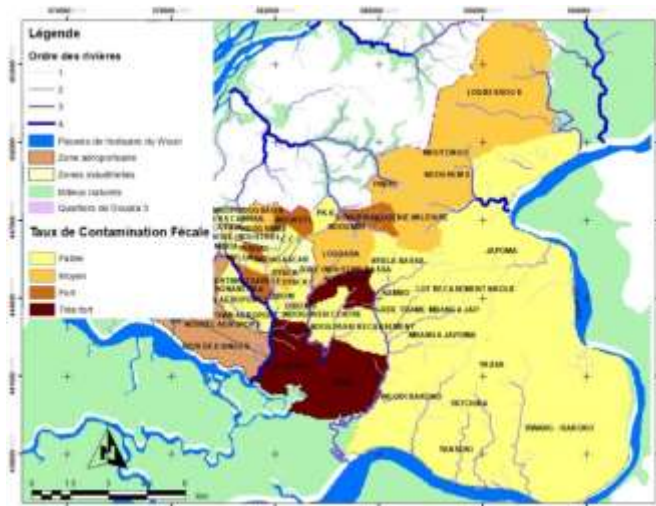


Source : Enquête de terrain, 2012 et mises à jour, 2021

Ces deux maladies permettent donc une meilleure analyse spatiale de la contamination fécale dans l'arrondissement ainsi que le montre le résultat de la figure 6, qui permet d'identifier quatre niveaux de risques :

- *Un taux de contamination fécale faible* dans les nouveaux quartiers planifiés à l'Est de l'arrondissement. Il s'agit de quartiers lotis (Bwang-Bakoko, Yansoki, Mbanga-Bakoko), dotés de logements sociaux (Yassa et Mbanga-Bakoko) et dont certains font l'objet de promotion immobilière (Japoma, Mbanga-Bakoko). Ces quartiers sont dans l'ensemble dotés d'équipements d'assainissement modernes avec un système de gestion des matières fécales conventionnel : utilisation d'une fosse septique et d'un puisard, vidange à l'occasion par des sociétés agréés. L'assainissement repose sur un système d'égouts quoi que mal entretenu. Il s'agit aussi de vieux quartiers situés au centre (Nyalla, Kambo, Ndogpassi Centre et Recasement) et à l'Ouest de l'arrondissement (autour de la zone aéroporuaire). Ces quartiers se caractérisent par un poids faible de la population des moins de 8 ans. Il s'agit aussi de quartiers peu touchés par les épidémies de choléra. ;
- *Un taux de contamination fécale moyen* dans les quartiers récemment intégrés dans l'espace urbain (Logbessou, Moutongo, Ndohem, Pindo, Logbaba, Gène Militaire) qui forment un corridor orienté Nord-Nord-Est. Ici, l'occupation est mixte (planifiée et spontanée). Les pratiques d'assainissement sont à la fois modernes et archaïques. La dégradation de l'eau par contamination fécale est atténuée par l'existence de bâtiments d'habitation à la fois modernes, équipés d'un dispositif d'assainissement moderne, mais aussi archaïques comme c'est encore le cas dans les anciens villages intégrés dans la ville (Logbessou par exemple).

Figure n°6 : Indice d'état de contamination fécale de l'eau dans les quartiers de Douala 3è



Source : Enquête de terrain, 2012 et mises à jour, 2021

- *Un taux de contamination fécale fort à très fort.* Ces taux sont caractéristiques de quartiers où on note une prédominance de l'usage des latrines archaïques, une forte proportion d'enfants de moins de 8 ans ainsi que de nombreux cas déclarés durant les différentes épidémies de choléra. En effet, les pratiques d'hygiène empruntées du milieu rural sont reproduites en ville. l'élevage porcin est lié aux modes d'assainissement qui sont pourvoyeurs d'aliments pour les bêtes. Les quartiers sont à la fois espaces de vie et dépotoirs. Ces quartiers sont spontanés et se sont développés dans des zones résiduelles (bas-fonds marécageux, espaces à mangrove colonisés). Les cas les plus préoccupants concernent les quartiers Cité Berge et Mboko qui se sont développés au contact de la mangrove de l'estuaire du Wouri, près de la zone aéroportuaire. Ces quartiers se caractérisent enfin par des densités fortes et une forte promiscuité, autant de caractéristiques qui ont rendu sinistrigènes ces quartiers durant les différentes épidémies.

3. Discussion

Le développement urbain dans les villes d'Afrique noire induit l'accroissement des besoins en eau dont l'accès continu de préoccuper, tant du point de vue de sa qualité que de sa quantité. En effet, la pollution de l'eau tend à se généraliser dans les villes d'Afrique noire en particulier, et continue d'être une grande préoccupation dans les quartiers qui font face aux mauvaises conditions d'hygiène et à des contraintes d'accès à l'eau potable. Pourtant, l'eau potable est considérée comme une composante essentielle de l'hygiène individuelle et collective étroitement associée à la question de l'assainissement (E. Dorier-Apprill, 1993, p. 130). De ce fait, son influence sur la santé est indéniable surtout dans les milieux où les taux de branchement sont faibles et où les quantités disponibles donnent lieu à des pratiques qui détériorent la qualité de l'eau par l'introduction de pathogènes (R. Willis *et al.*, 2011b, p. 9). L'articulation entre les données socio-environnementales, microbiologiques et épidémiologiques offre une lecture intelligible des liens forts entre sources d'approvisionnement, degré de contamination de l'eau et niveau de la morbidité diarrhéique (I. Sy, 2015, p. 14).

Pour caractériser le risque de contamination fécale en effet, les données ont été collectées à partir d'une enquête quantitative effectuée dans l'ensemble des quartiers auprès de 2637 ménages. Cette enquête s'est focalisée sur les pratiques d'assainissement des populations résidentes, les principaux problèmes de santé ressentis par les habitants, la prévalence des maladies hydriques et les facteurs environnementaux permettant d'appréhender la vulnérabilité aux risques sanitaires. Cette enquête a révélé que la principale source de pollution domestique de l'eau à Douala 3^e est la contamination fécale du fait de l'importance de l'usage de latrines très peu améliorées. En effet, les populations les plus démunies se concentrant le plus souvent là où les conditions environnementales et de logement sont précaires, notamment dans les bas-fonds marécageux, et généralement le long des cours d'eau. Une telle situation de conjoncture conduit par conséquent à des comportements et pratiques susceptibles d'altérer la qualité de l'eau avec un risque accru de contamination. Ce constat corrobore ceux de J. Bartram et S. Cairncross (2010, p. 3) et P. Hunter *et al.* (2010, p. 2). Ce contexte est favorable à la pollution, avec une prédominance de l'usage des latrines dites archaïques. Une corrélation est ainsi établie entre ces facteurs et la situation environnementale qui offre des conditions propices à la circulation des germes pathogènes dans l'espace urbain, relation que I. Sy (2015, p. 167) qualifie de relation complexe. La situation est particulière dans les quartiers à forte densité, facteur qui constitue un indicateur de promiscuité. Ce dernier a servi à l'élaboration de l'Indice de Risque de Contamination Fécale dans les différents quartiers. La contamination fécale se traduit généralement par la forte prévalence des maladies liées à l'eau, notamment les diarrhées et le choléra particulièrement fréquents chez les enfants. C'est sur cette base que le Taux de Contamination Fécale a été généré.

La présente contribution est adossée sur une approche globale des problèmes de santé perçus à l'aune des maladies liées à l'eau, ainsi que des

pratiques d'assainissement considérés comme facteurs d'exposition. Les indices obtenus montrent que les risques sanitaires sont plus importants dans les quartiers les plus insalubres et dépourvus de services d'assainissement. Les problèmes de santé perçus ainsi que la fréquence et la distribution des maladies ciblées fournissent aussi des informations assez précises et claires sur l'impact de l'assainissement sur la prévalence des pathologies hygiéniques. Ces résultats dressent ainsi un état des lieux des conditions de vie dans les quartiers précaires de l'arrondissement et mettent en lumière les contraintes d'assainissement dans les villes d'Afrique noire.

Néanmoins, si l'assainissement est un facteur déterminant des processus de détérioration de la qualité de l'eau, il est important de rappeler que cette détérioration de l'eau n'est pas exclusivement liée à la pollution fécale. En effet, les ménages des quartiers faiblement approvisionnés en eau pratiquent le stockage de l'eau de boisson. Ainsi et comme le montrent I. Sy *et al.* (2010, p. 14), les manipulations de l'eau à domicile ou lors de son transport détériorent sa qualité et aggravent les risques de contamination. Du point de vue de la démarche, le cheminement adopté est particulier, certains aspects du processus ayant emprunté des outils mobilisés pour l'analyse de phénomènes purement physiques : inondations, mouvements de masses, dégradation des terres, etc. De plus, la qualité de l'eau est généralement abordée à partir d'une entrée par la bio indication, d'autant plus qu'elle permet de mettre en lumière la dégradation de la ressource au travers d'indicateurs physico-chimiques et bactériologiques. Dans ce cadre, la dégradation qualitative de la ressource en eau est abordée à partir de sa susceptibilité à subir une contamination fécale. Cette susceptibilité se traduit dans les faits par la qualité microbienne de l'eau, qualité observée, non plus à l'aune des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, mais à travers la prévalence des maladies entériques *considérées comme l'une des principales causes de consultations*. Ce choix

cadre avec celui de *S. Verhille (2013, p. 1)*. Une telle option n'était pas gagnée à l'avance, dans la mesure où l'absence d'une norme standardisée comme c'est le cas pour certains outils n'était pas disponible. Cette difficulté a été palliée par le développement d'indices qui prennent en compte les pratiques d'assainissement et les impacts sanitaires observés dans la population.

CONCLUSION

L'analyse des processus d'urbanisation à Douala 3e offre une grille de lecture intéressante des interactions entre environnement urbain, pratiques sociales et santé. Ces interactions permettent de mettre en lumière les risques sanitaires liés à la dégradation fécale de la ressource en eau en lien avec d'une part l'assainissement et, d'autre part, le développement de pathologies liées à l'eau.

Les données utilisées dans cette étude proviennent d'une enquête quantitative. Ces données recueillies ont ensuite été dépouillées, mises en forme et intégrées dans une base de données. La méthodologie de modélisation s'est faite en deux étapes. La première qui a porté sur la sélection des facteurs de risque les plus représentatifs a permis de générer un premier critère (Risques fécaux). Ce dernier a été combiné avec les densités de populations pour générer l'Indice de Risque de Contamination Fécale. La deuxième étape a porté sur une hiérarchisation des maladies citées en familles de grands syndromes. Leur combinaison a permis de définir le second critère, l'Incidence Conjuguée des Maladies liées à l'Eau. Ce dernier critère combiné avec l'incidence conjugquée des maladies a permis d'obtenir le Taux de Contamination Fécale chez les enfants de moins de 8 ans. Cette mise en évidence du poids déterminant des pratiques d'assainissement et des conditions environnementales a permis comme cela était envisagé, de développer les deux indices. La cartographie de ces deux indices montre la prédominance de ménages pauvres essentiellement établis dans les quartiers

précaires, spontanés et insalubres qui se développent dans des espaces résiduels (anciennes décharges, bas-fonds marécageux). Le principal mode d'assainissement dans ces quartiers repose sur l'usage quasi généralisé de latrines peu améliorées. Dans ces quartiers, l'importance des maladies liées à l'eau montre par ailleurs qu'ils présentent des conditions écologiques favorables à leur développement.

Enfin, la détection des agents entéro pathogènes connus susceptibles de contaminer les réseaux d'eau potable se fait généralement par la bio indication. La particularité de la démarche dans ce cadre réside dans le fait que la question de la dégradation qualitative de l'eau est abordée à partir de sa susceptibilité à subir une contamination fécale, partant de l'équipement des quartiers et des pratiques d'assainissement, mais surtout du constat de la présence fréquente et endémique de maladies hydriques dans la population. D'ailleurs, l'arrondissement fait depuis quelques semaines face à une épidémie de Choléra. De plus, le cheminement adopté, très orienté vers l'analyse de phénomènes physiques, souffre d'une absence de standardisation pour ce qui concerne les phénomènes humains. Les deux indices proposés semblent donc ouvrir la voie à une réflexion plus profonde dont l'amorce est balisée par la présente contribution.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdourahmane Mbade Sene, 2018, « L'urbanisation de l'Afrique : davantage de bidonvilles ou des villes intelligentes ? », *Population & Avenir*, 2018/4 (n° 739), p. 14-16. DOI : 10.3917/popav.739.0014. URL: <https://www.cairn.info/revue-population-et-avenir-2018-4-page-14.htm>
- Assako Assako René Joly, 2001, « Formulation et validation d'une hypothèse de pollution de l'eau de surface : le cas du lac municipal de Yaoundé », *Déchets, Sciences et Techniques*. N°23, p. 35-38.
- Dorier-Apprill Elisabeth, 1993, *Environnement et santé à Brazzaville, de*

l'écologie à la géographie sociale. Thèse de Géographie, Université de Paris 10, 668 p.

Bartram Janny, Cairncross Sandy, 2010, « Hygiène, sanitation, and water: forgotten foundations of health », *PLoS Medecine*, November, Volume 7, Issue 11, 9 p.

Brabant Pierre, 2008, *Activités humaines et dégradation des terres Indicateurs et Indicateurs et indices*, Paris, IRD, 369 p.

Brabant Pierre, 2010, *Une méthode d'évaluation et de cartographie de la dégradation des terres. Proposition de directives normalisées*. Les dossiers thématiques du CSFD. N°8. Août 2010. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France. 52 p.

BUREAU Central de REcensement de la Population (BUCREP), 2010, *Rapport de synthèse des résultats du troisième Recensement de la Population et de l'Habitat* (RGPH), Yaoundé-Cameroun, 67 p.

Emmanuelle Renaud-Hellier, 2006, « Gestions de l'eau et du développement urbain dans l'espace dijonnais : quels modes d'intégration territoriale ? », *Revue Géographique de l'Est*, vol. 46 / 1-2 | 2006, mis en ligne le 18 décembre 2009, consulté le 16 février 2021. URL : <http://journals.openedition.org/rge/1274> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/rge.1274>

Glémarec Yannick, Brabant Pierre. (Ed.), 2006, *Indicateurs environnementaux en zone tropicale : Application à la dégradation des forêts, des eaux et des sols dans la province de Thai Nguyen au Viet Nam*. Une recherche menée dans le cadre du projet STD3 - CT94-0310 de l'Union Européenne (DG XII) et coordonnée par l'Institut de Recherche pour le Développement, France, 216 p.

Hunter Paul, MacDonald Alan, Carter Richard, 2010, « Water supply and health », *PLoS Medecine*, November, Volume 7, Issue 11, 9 p.

Koita Mouhamadou, Ould Hadj, Lô Baidy et Cissé Gueladio, 2004, *Fréquence et distribution des maladies dans les zones*

ciblées : Hay Saken, Médina III et Kebba Recasée. Rapport de recherche NCCR-NS, INRSP et Université de Nouakchott (Mauritanie), 22p.

Nsegbe Antoine de Padoue, 2019, « Vulnérabilité sanitaire dans les espaces urbains défavorisés et à forte croissance à Douala (Cameroun): analyse des conditions d'exposition et de développement du choléra dans les quartiers de l'arrondissement de Douala 4^{ème} ». *ηκά' Lumière, Revue interdisciplinaire de la Faculté des lettres et sciences humaines de l'Université de Dschang*, N°20, PP. 47-70

Nsegbe Antoine de Padoue, 2012, *Analyse géographique des pressions environnementales résultant de l'urbanisation du littoral camerounais*. Thèse de doctorat (Ph.D), Université de Yaoundé I, 391 p.

Olinga Olinga Joseph Magloire, 2021, *Renforcer la résilience urbaine par une approche intégrée de gestion du risque d'inondation : cas du bassin versant du Tongo Bassa (Cameroun)*, Thèse de Doctorat (Ph.D), Université de Douala, 341 p.

Pascal Dumas, 2010, « Méthodologie de cartographie de la sensibilité des sols à l'érosion appliquée à la région de Dumbéa à Païta - Bouloupari (Nouvelle-Calédonie) », *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 252 | Octobre-Décembre 2010, mis en ligne le 01 octobre 2013, consulté le 19 avril 2021. URL: <http://journals.openedition.org/com/6123>; DOI: 10.4000/com.6123

Sy Ibrahima, Koita Mouhamadou, Traoré Doulo, Keita Moussa, Lo Baidy, Tanner Marcel et Cissé Guéladio, 2011, « Vulnérabilité sanitaire et environnementale dans les quartiers défavorisés de Nouakchott (Mauritanie) : analyse des conditions d'émergence et de développement de maladies en milieu urbain sahélien », *VertigO* -, Volume 11 Numéro 2 | septembre 2011, mis en ligne le 18 septembre 2011, consulté le 21 mars 2022.

Caractérisation géographique de la pollution de l'eau dans les quartiers de l'arrondissement de Douala 3e (Cameroun)

URL:

[Http://journals.openedition.org/vertigo/11174](http://journals.openedition.org/vertigo/11174);

DOI:

<https://doi.org/10.4000/vertigo.11174>

Sy Ibrahima, Traoré Doulo, Koné Brama, Niang Diène Aminata, Lô Baidy, Faye Ousmane, Utzinger Jürg, Cissé Guéladio et Tanner Marcel, 2015, « Qualités de l'eau et santé en contexte urbain sahélien et semi-aride », *Dynamiques environnementales* [En ligne], 36 | 2015, mis en ligne le 01 juillet 2016, consulté le 10 décembre 2020. URL :

<http://journals.openedition.org/dynenviron/1035> ; DOI :

<https://doi.org/10.4000/dynenviron.1035>

Verhille Sophie, 2013, *Les indicateurs microbiens dans l'évaluation de l'eau potable: interpréter les résultats de laboratoire et comprendre leur signification pour la santé publique*. Centre de Collaboration National en Santé Environnementale, Rapport, 13 p.

Willis Rachelle, Rodney Stewart, Panuwatwanich Kriengsak, Williams Phillip, Anna Hollingsworth, 2011b, « Quantifying the influence of environmental and water conservation attitudes on household end use water consumption », *Journal of Environmental Management*, 92, p. 1996-2009, doi:10.1016/j.jenvman.2011.03.023.