

Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes



RIGES

ISSN: 2521-2125

**Numéro Spécial
Janvier 2020**



Publiée par le Département de Géographie de l'Université Alassane OUATTARA de Bouaké

ADMINISTRATION DE LA REVUE

Direction

Arsène DJAKO, Professeur Titulaire à l'Université Alassane OUATTARA (UAO)

Secrétariat de rédaction

- **Joseph P. ASSI-KAUDJHIS**, Professeur Titulaire à l'UAO
- **Konan KOUASSI**, Maître de Conférences à l'UAO
- **Dhédé Paul Eric KOUAME**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Yao Jean-Aimé ASSUE**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Zamblé Armand TRA BI**, Maître-Assistant à l'UAO
- **Kouakou Hermann Michel KANGA**, Assistant à l'UAO

Comité scientifique

- **HAUHOLOT** Asseypo Antoine, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **ALOKO** N'Guessan Jérôme, Directeur de Recherches, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **AKIBODÉ** Koffi Ayéchoro†, Professeur Titulaire, Université de Lomé (Togo)
- **BOKO** Michel, Professeur Titulaire, Université Abomey-Calavi (Benin)
- **ANOH** Kouassi Paul, Professeur Titulaire, Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)
- **MOTCHO** Kokou Henri, Professeur Titulaire, Université de Zinder (Niger)
- **DIOP** Amadou, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **SOW** Amadou Abdoul, Professeur Titulaire, Université Cheick Anta Diop (Sénégal)
- **DIOP** Oumar, Professeur Titulaire, Université Gaston Berger Saint-Louis (Sénégal)
- **WAKPONOU** Anselme, Professeur HDR, Université de N'Gaoundéré (Cameroun)
- **KOBY** Assa Théophile, Maître de Conférences, UFHB (Côte d'Ivoire)
- **SOKEMAWU** Koudzo, Professeur Titulaire, UL (Togo)

EDITORIAL

L'assemblée générale des Nations Unies a adopté le 25 septembre 2015 un programme de développement durable à l'horizon 2030. Ce programme repose sur 17 objectifs de développement durable dans les domaines de l'économie, du développement social et de la protection de l'environnement. Le socle de tous ces objectifs de développement demeure la gestion durable de l'environnement et la réduction de la pauvreté. Cette gestion est vitale pour la croissance économique et le bien-être des populations. Elle est un levier de la réduction de la pauvreté. Selon la Banque Mondiale, des écosystèmes en bonne santé sont essentiels à la croissance à long terme des secteurs économiques et à l'origine de plusieurs centaines de million d'emplois (<https://www.banquemondiale.org/fr/topic/environnement/overview>). La ville est un système écologique, socio-économique et démographique particulier qui reflète généralement le niveau de développement et la conscience environnementale d'un pays. « L'expérience montre qu'à travers le monde, l'urbanisation est allée de pair avec un meilleur épanouissement humain, des revenus en hausse et des meilleures conditions de vie. Toutefois, ces avantages passent par des politiques publiques bien conçues qui soient à même d'orienter la croissance démographique, transformer l'accumulation des activités et ressources et assurer une distribution équitable des richesses » (ONU-HABITAT, 2010).

Malheureusement, les villes africaines sont en crise (champaud, 1991 ; Dubresson, 2003 ; ONU-HABITAT, 2010). Cette crise se traduit par :

- Le manque de moyens financier des collectivités locales ;
- Les problèmes d'accès à l'eau potable ;
- Les difficultés de circulation avec des voiries mal entretenues ;
- Les problèmes d'assainissement et d'enlèvement des ordures ;
- Le chômage à des niveaux très élevés.

La Revue Ivoirienne de Géographie des Savanes (RIGES) invite à travers un numéro spécial à mener la réflexion sur les questions de pauvreté et de gestion de l'environnement dans les villes d'Afrique subsahariennes. Ce présent numéro qui a pour thème : « **pauvreté et gestion de l'environnement urbain en Afrique subsaharienne** ». vise à actualiser le diagnostic des problèmes environnementaux des villes d'Afrique Subsaharienne dans un contexte de faiblesse financière des personnes physiques et morales.

Les contributions sélectionnées se regroupent autour des axes suivants :

- Eau et vie urbaine ;
- Environnement urbain et santé ;
- Agriculture urbaine ;
- Pauvreté et bien-être environnemental.

Secrétariat de rédaction

TRA BI Z. ARMAND

COMITE DE LECTURE

- KOFFI Brou Emile, Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Joseph P., Professeur Titulaire, UAO (Côte d'Ivoire)
- BECHI Grah Félix, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- MOUSSA Diakité, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- VEI Kpan Noël, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- LOUKOU Alain François, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- TOZAN Bi Zah Lazare, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire)
- KOFFI Yao Jean Julius, Maître de Conférences, UAO (Côte d'Ivoire).

Sommaire

AXE 1 : EAU ET VIE URBAINE	7
<p>MAMADOU Ibrahim, MALAM ABDOU Moussa, BAHARI MAHAMADOU IBRAHIM Mahamadou, ABBA Bachir</p> <p><i>Augmentation du ruissellement et inondation des terres agricoles de la cuvette de Gayi dans la région de Zinder au Niger</i></p>	8
<p>Lionel Arnaud N'CHO, André Della ALLA, N'Kpomé Styvince KOUAO, Alexis Loukou BROU</p> <p><i>Rupture des barrages hydroélectriques d'Ayamé et impacts potentiels en aval : cas de la ville d'Aboisso en Côte d'Ivoire</i></p>	25
<p>MAI Gilles-Harold Wilfried, ZOMBO Jean Philippe, ALOKO N'GUESSAN Jérôme</p> <p><i>Les déterminants socioéconomiques et démographiques de l'accès à l'eau potable dans la ville de Guiglo (ouest de la Côte d'Ivoire)</i></p>	41
AXE 2 : ENVIRONNEMENT URBAIN ET SANTE	57
<p>Christian BAÏKAME WASSOU, Valentin ZOUYANE, Anselme WAKPONOU</p> <p><i>Discontinuité de l'assiette topographique et extension spatiale du tissu urbain de Bertoua (Est-Cameroun)</i></p>	58
<p>CISSE Idrissa, FAYE Issa, BADIANE Alexandre, DIÉDHIOU Sécou Omar</p> <p><i>Usage domestique de combustibles de bois et risques sanitaires en milieu urbain : cas de Bakel (Sénégal)</i></p>	72
<p>Zamblé Armand TRA BI, Kpaka Sabine DOUDOU DIOBO, Affoussiatou KONE</p> <p><i>Cartographie des diarrhées infanto-juvéniles en lien avec les conditions hydriques et sociales dans la ville de Bouaké</i></p>	87
AXE 3 : AGRICULTURE URBAINE	106
<p>KOUIYE Gabin Jules</p> <p><i>Femmes, culture maraichère et lutte contre la pauvreté dans la commune d'arrondissement de N'Gaoundéré 2 (Cameroun)</i></p>	107

KONAN Kouakou Attien Jean-Michel, DIARRASSOUBA Bazoumana, GOLLY Anne-Rose N'dry, YEO Tialagnon Chata Céline <i>L'utilisation des moustiquaires et la sécurisation de l'agriculture urbaine dans les espaces urbains de Korhogo (Nord-Côte d'Ivoire) et de Bouaké (Centre-Côte d'Ivoire)</i>	128
AXE 4 : PAUVRETE ET BIEN-ETRE ENVIRONNEMENTAL	145
Yao Jean-Aimé ASSUE <i>L'emploi et la richesse au quartier des morts : cas du cimetière municipal de Bouaké (centre-Côte d'Ivoire)</i>	146
OKA Kouakou Ferdinand, ASSI-KAUDJHIS Narcisse Bonaventure, DJAKO Arsène <i>Les contraintes liées à la mise en œuvre des compétences transférées : cas de la commune d'Adzopé (Côte d'Ivoire)</i>	159
KOFFI Konan Norbert, YOMAN N'Goh Koffi Michael, <i>Gouvernance foncière et développement durable dans le périurbain de Bouaké</i>	177

CARTOGRAPHIE DES DIARRHEES INFANTO-JUVENILES EN LIEN AVEC LES CONDITIONS HYDRIQUES ET SOCIALES DANS LA VILLE DE BOUAKE

Zamblé Armand TRA BI,

Département de Géographie, Université Alassane Ouattara,
Email : trabiarmand@uao.edu.ci

Kpaka Sabine DOUDOU DIOBO,

Université Peleforo Gon Coulibaly de Korhogo, Département de Géographie,
Email : diobosabine@yahoo.fr

Affoussiatou KONE,

Département de Géographie, Université Alassane Ouattara,
affoussiatoukone@gmail.com

Résumé

Les diarrhées infanto-juvéniles sont pour l'essentiel liées aux problèmes d'accès à l'eau potable, à un assainissement et une hygiène défailants. Bien que la très grande majorité des ménages des villes ivoiriennes soit connectée à un réseau d'adduction d'eau potable, certains s'alimentent en eau par les puits des aquifères d'altérite. Bouaké, la deuxième grande ville ivoirienne par son volume de population, en est un exemple édifiant. Cette ville subit avec acuité l'effet de la récession pluviométrique dans un environnement urbain marqué par l'insalubrité, ce qui est propice au développement des maladies diarrhéiques infanto-juvéniles. Notre étude vise à cartographier les facteurs de risque de ces maladies diarrhéiques infanto-juvéniles influencés par l'évolution de la pluviométrie ou des conditions hydriques dans la ville de Bouaké. Pour atteindre cet objectif, nous avons d'abord analysé la dynamique de la maladie dans son rapport saisonnier avec le climat en utilisant des méthodes de la statistique. La constitution d'une base de données spatiale par enquête, par statistiques et par les traitements d'images satellites du cadre physique et humain en tant que facteurs des diarrhées a permis de cartographier les quartiers selon des niveaux de risque. Il en ressort que les cas de diarrhée sont plus importants pendant les saisons sèches. Au niveau spatiale, les caractéristiques topographiques et hydriques de la ville associées au mauvais assainissement des quartiers favorisent le développement des diarrhées infanto-juvéniles dans les quartiers Nord et Sud de la ville principalement.

Mots clé : Pluviométrie, assainissement, cartographie, diarrhée infanto-juvénile, Bouaké (Côte d'Ivoire)

Abstract

Juvenile diarrhea is mainly related to problems of access to drinking water, poor sanitation and hygiene. Although the vast majority of households in Côte d'Ivoire's cities are connected to a drinking water supply network, some rely on the wells of the aquifers. Bouake, the second largest Ivorian city by its volume of population, is an edifying example. This city is acutely undergoing the effect of the pluviometric recession in an urban environment marked by insanitary conditions, which is conducive to the development of childhood diarrheal diseases. Our study aims to map the risk factors for these childhood diarrheal diseases influenced by changes in rainfall or water conditions in the city of Bouake. To achieve this goal, we first analyzed the dynamics of the disease in its seasonal relationship with the climate using statistical methods. The creation of a spatial database by survey, by statistics and by the processing of satellite images of the physical and human environment as factors of diarrhea has made it possible to map neighborhoods according to risk levels. It appears that the cases of diarrhea are more important during the dry seasons. At the spatial level, the topographic and water characteristics of the city associated with poor sanitation in the neighborhood favor the development of infant-juvenile diarrhea in the North and South districts of the city mainly.

Keywords: Pluviometry, sanitation, cartography, infant-juvenile diarrhea, Bouake (Côte d'Ivoire)

Introduction

En Afrique subsaharienne, le taux de mortalité des enfants de moins de cinq ans est cinq à six fois supérieur à celui de l'Europe et de l'Afrique du Nord. Les principales causes (en dehors des pathologies périnatales) sont le paludisme (21%), les Infections Respiratoires Aigües (21%) et les diarrhées (16%). (E. E. AKOM, 2008, p. 5) En Côte d'Ivoire, l'enquête à indicateur multiple réalisée par l'Institut National de la Statistique en 2016 indique un taux de mortalité infanto-juvénile de 96 pour mille. Il en ressort aussi que sur les deux semaines d'enquête, les diarrhées étaient la première cause de maladie chez les enfants de moins de cinq ans, avec une prévalence de 15% (Ministère du Plan et du développement, 2017, p. 7 et p. 45). La diarrhée est définie par au moins trois émissions de selles molles ou liquides dans une journée. Elle est le symptôme de diverses infections causées par des bactéries, des virus ou des parasites (OMS, 2017, <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>). Les maladies diarrhéiques sont dues aux mauvaises conditions d'hygiène environnementale et d'accès à l'eau potable (S. J. G. Kouakou et *al.*, 2012, p. 137, B. Koné et *al.*, 2014, p. 7).

L'assainissement des villes, notamment par l'évacuation des eaux usées et de ruissellement, des déchets solides, des excréta et leur traitement, est insuffisant.

L'assainissement des eaux usées et des eaux pluviales n'a jamais été une priorité dans les programmes nationaux d'investissement. Le taux d'accès des ménages à un système d'assainissement approprié qui était de 40% régresse au fil des temps avec le développement des villes et des établissements humains précédant la mise en place de ces infrastructures (FMI, 2009, p. 67). En outre, en Côte d'Ivoire, malgré le fait que plus de 92% des ménages en milieu urbain ont accès à une source améliorée d'approvisionnement en eau potable, 54% de cette eau contient des matières fécales (Ministère de la Santé et de la Lutte contre le SIDA et *al.* 2013, p. 2 ; Ministère du Plan et du Développement, 2017, p. 7). De nombreux ménages ayant accès à l'eau potable sont confrontés en effet à des niveaux de service insuffisant (desserte intermittente, coupures imprévues, pression faible et variable, qualité de l'eau incertaine) (B. Silué et *al.*, 2012, p. 303). La qualité des services d'approvisionnement en eau potable, bien que liée en grande partie à une faiblesse de l'investissement, est aussi mise en mal par l'évolution pluviométrique récente en Côte d'Ivoire. Depuis les années 1970, la variabilité pluviométrique ivoirienne est caractérisée par la récurrence des sécheresses hydrologiques. Les déficits hydrométriques sont compris entre 27% et 50% par rapport aux débits des cours d'eau avant les années 1970 (E. Servat et *al.*, 1998, p. 332).

L'état endémique des maladies diarrhéiques chez les enfants de moins de cinq ans en milieu urbain s'explique par le maintien de la chaîne de contamination de l'environnement urbain, des eaux et des aliments à divers niveaux (S. J. G. Kouakou et *al.*, 2012, p. 137 ; N. R. Koffi et *al.*, 2012, p. 3672). La ville de Bouaké, deuxième grande ville de la Côte d'Ivoire par son volume de population (536 719 habitants selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2014), est un échantillon représentatif de ce tableau des facteurs des maladies diarrhéiques. La pluralité des facteurs des maladies diarrhéiques infanto-juvéniles liés aux conditions hydriques dans la ville de Bouaké pose le problème de la connaissance géographique de ces facteurs, notamment dans les objectifs de la prévention. Les conditions hydriques et les inégalités sociales et d'aménagement dans cette ville ne déterminent-elles pas une cartographie des maladies diarrhéiques infanto-juvéniles ?

Notre étude vise à cartographier les facteurs de risque de maladies diarrhéiques infanto-juvéniles influencés par l'évolution de la pluviométrie dans la ville de Bouaké. L'étude présente, dans un premier temps, la répartition saisonnière des maladies diarrhéiques. Ensuite, elle met en place une base de données géographique sur la démographie, les conditions hydriques et d'assainissement et l'eau potable dans la ville de Bouaké. Ce qui aboutit à un Système d'Information Géographique sur les diarrhées infanto-juvéniles.

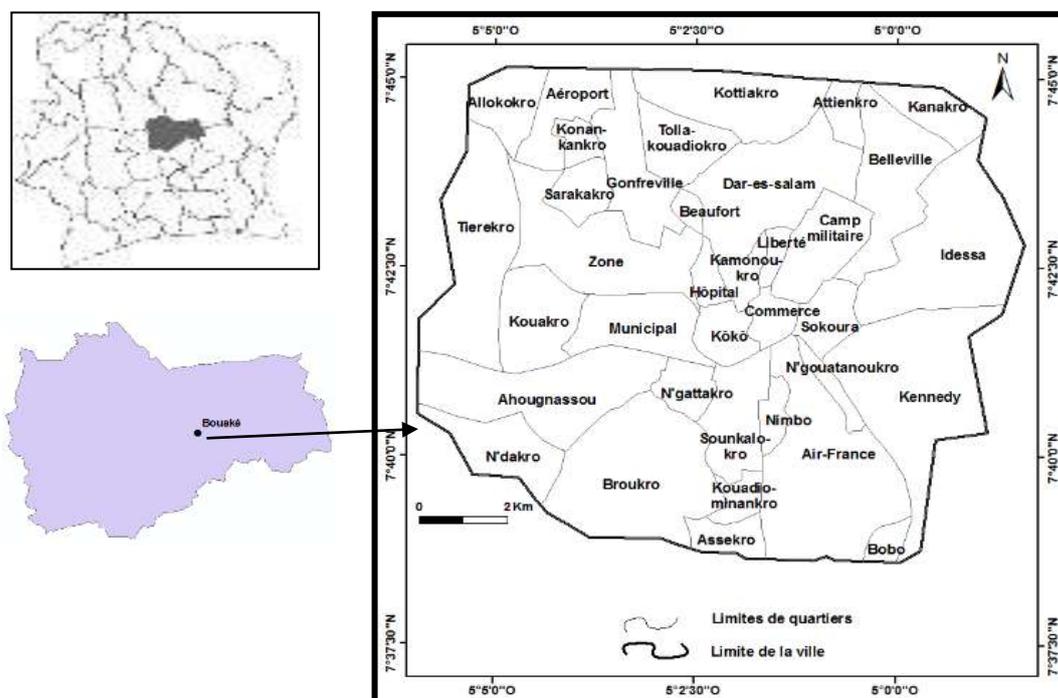
1. Données et méthodes

1.1 La ville de Bouaké

Chef-lieu de la région administrative de Gbêkê, la ville de Bouaké est localisée au centre de la Côte d'Ivoire (Carte 1). C'est une ville carrefour qui relie plusieurs villes ivoiriennes. Elle est surtout la principale escale entre les villes des pays au Nord de la Côte d'Ivoire (Mali, Burkina Faso et Niger) et la capitale ivoirienne au Sud. Au niveau démographique, selon le RGPH de 2014, Bouaké est la deuxième grande ville ivoirienne avec 536 719 habitants. Elle s'étend sur une superficie de 72 km².

La ville de Bouaké est située en zone préforestière. La végétation de la région est une mosaïque forêt mésophile – savanes. C'est un espace de transition climatique entre le climat subéquatorial au Sud de la Côte d'Ivoire et le climat tropical humide au Nord. Les précipitations y sont abondantes et avoisine 1100 mm par an. Le régime climatique est de type bimodal avec deux saisons de pluie : la grande saison de pluie est centrée sur le mois de juin et la petite saison de pluie a pour pic le mois de septembre. Le relief de la ville de Bouaké est situé sur un plateau qui domine le paysage environnant et dont l'altitude maximale est de 420 m. Il en résulte un important réseau hydrographique de type radial dont Bouaké est le point de divergence.

Carte 1 : Localisation de la ville de Bouaké



Source: SIGDSB / BNETD, 2016

1.1. Les données de l'étude

Les données de l'étude sont d'une part les images et les statistiques issues respectivement de la NASA (National AeronauticsSpace Administration) et des

services étatiques ivoiriens. D'autre part, il s'agit des données issues de nos enquêtes de terrain. Les données statistiques et images sont :

- Les données météorologiques archivées de 1985 à 2016. Elles concernent les paramètres mensuels de la pluviométrie et de la température de l'air ;
- Un Modèle Numérique de Terrain SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) de la ville de Bouaké ;
- Les bandes thermiques d'une image Landsat du 16 janvier 2015 ;
- Les statistiques de santé sur la diarrhée infantile-juvénile. Elles sont issues des Districts Sanitaires de Bouaké et couvrent la période de 2009 à 2017 ;
- Les statistiques de population des quartiers, notamment le nombre de ménage. Elles ont été fournies par l'Institut National de la Santé Publique.

L'enquête de terrain a permis de rassembler des données environnementales sur le cadre de vie (gestion des ordures ménagères) et l'eau de boisson issue des aquifères d'altérite.

1.2. Méthode de traitement des données

La méthode d'analyse des données comprend d'une part le traitement des données climatologiques et de santé, et d'autre part le traitement des données socio-environnementales et de santé.

Au niveau climatologique, le traitement a consisté, dans un premier temps, à analyser la dynamique spatio-temporelle saisonnière de la sécheresse météorologique de 1985 à 2016.

Les précipitations mensuelles ont été comparées aux températures à travers la méthode de Bagnouls et Gaussen (1975, p. 194). Cette méthode détermine les mois secs et les mois humides selon le principe que :

- lorsque les précipitations mensuelles sont supérieures à deux fois la température mensuelle, alors le mois humide ;
- lorsque les précipitations mensuelles sont inférieures à deux fois la température mensuelle, alors le mois sec.

Dans un deuxième temps, les caractéristiques climatiques saisonnières ont été comparées aux statistiques de santé sur la diarrhée infantile-juvénile de 2009 à 2016 dans la ville de Bouaké. Les données socio-environnementales sont issues d'enquête de terrain pour l'essentiel. Ces enquêtes sont constituées d'abord d'un guide d'entretien avec le personnel médical des hôpitaux, d'un questionnaire adressé aux ménages, de la collecte de données sur les puits par GPS (Global Positioning System) et enfin le traitement des images satellites. Toutes ces données sont compilées sous la forme cartographique afin de constituer une base de données comparable aux statistiques sanitaires sur la diarrhée.

Ainsi, le guide d'entretien a été adressé au personnel médical afin de mieux cerner l'épidémiologie des maladies diarrhéiques infantile-juvéniles dans la ville de Bouaké.

L'enquête par questionnaire a consisté à interroger 300 ménages dans huit quartiers de la ville (tableau 1). Elle porte surtout sur les cas de diarrhée enregistrée au cours de l'année et le comportement thérapeutique des parents.

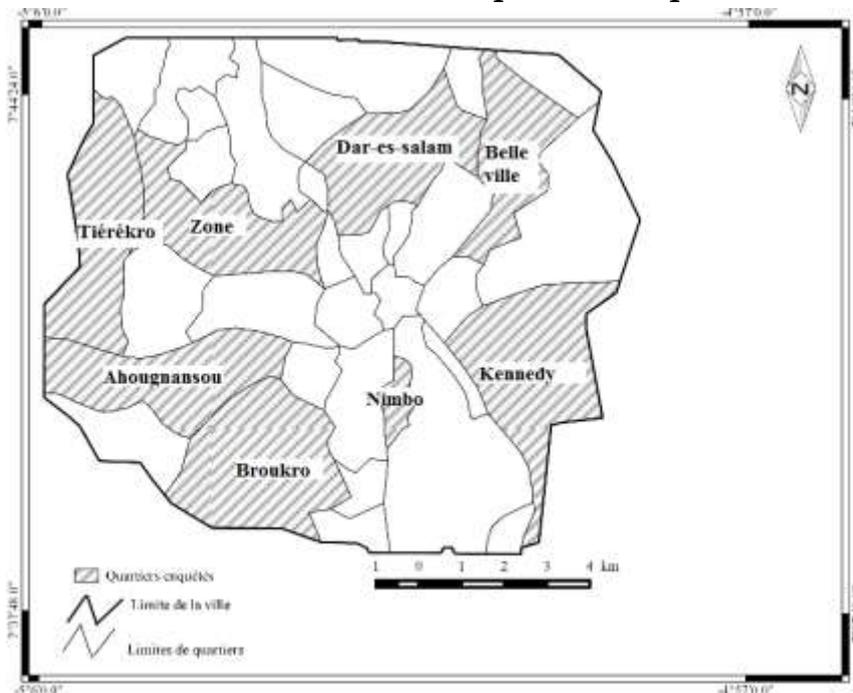
Tableau 1 : Récapitulatif des quartiers et ménages enquêtés

Quartiers	Nombre total de ménages	Ménage enquêtés	Pourcentage(%)
AHOUGNASSOU	3980	32	10
BROUKRO	6579	55	18
DAR ES SALAM	9465	79	25
KENNEDY	891	8	3
BELLE VILLE	10226	84	26
ZONE	2336	20	7
TCHELEKRO	374	3	1
NIMBO	2290	19	10
TOTAL	36141	300	100

Source : INS ; 2014

Les quartiers enquêtés (carte 2) ont été choisis de façon à être représentatif de l'ensemble des types de quartier de la ville (quartier résidentiel à habitat de haut standing, moyen standing, populaire, précaire, quartier commercial et village).

Carte 2 : Localisation des quartiers enquêtés



L'enquête de terrain a consisté, en dehors du questionnaire et du guide d'entretien, à observer l'hygiène des quartiers en matière d'assainissement et de gestion des ordures ménagères. En outre, les puits ont été repérés par GPS et leur état a été apprécié visuellement. Les distances entre ces puits et les fausses septiques ont aussi été mesurées.

Les données du cadre physique de la ville enregistrées par image satellite ont été traitées selon leur nature. Ainsi, le MNT a permis d'extraire les caractéristiques topographiques et le réseau hydrographique. Quant aux bandes thermiques 10 et 11 de Landsat OLI (Operational Land Imager), elles ont permis de calculer la température de surface. Toutes les données socio-environnementales issues d'enquête de terrain ont été spatialisées par krigeage afin d'obtenir des couches cartographiques comparables aux statistiques de santé sur la diarrhée. L'ensemble des couches cartographiques de l'étude a été converti en format raster et normalisé entre 0 et 1. La sommation des couches permet ainsi d'obtenir un Système d'Information Géographique sur les conditions hydriques et socio-environnementales des diarrhées infanto-juvéniles.

2. Résultats

2.1 Saisons climatiques et Diarrhée infanto-juvénile à Bouaké

Le régime pluviométrique de la ville de Bouaké est bimodal (Tableau 2). Il comporte deux saisons de pluie et deux saisons sèches. La grande saison sèche s'étend du mois de novembre à février-mars. La petite saison sèche, qui n'est en réalité pas une vraie saison sèche mais un léger repli pluviométrique s'étend sur les mois de juillet et août. La grande saison de pluie occupe les mois de mars-avril à juin et la petite saison les mois de septembre et octobre. Le pic des saisons pluvieuses se réalise au mois de juin tandis que celui des mois secs a lieu au mois de décembre. L'analyse de l'évolution de la pluviométrie par décennie indique une augmentation des mois secs entre 1985 et 2016. En effet, de 1985 à 1994, 38% des mois présentent un caractère sec. La décennie 1994-2003 est beaucoup plus humide, avec un taux de mois sec de 34%. De 2004 à 2013, le nombre de mois sec devient plus important. Il est de 42%. Pour les trois années restantes qui complètent la série, le taux de mois sec est de 54%.

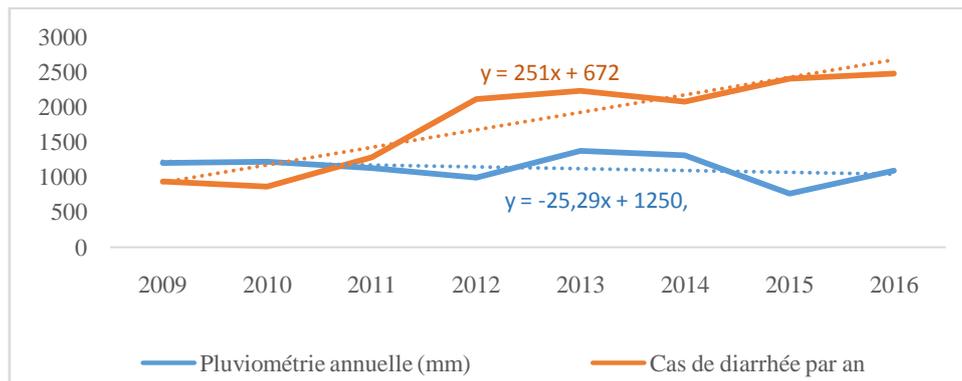
Tableau 2 : Récapitulatif de l'évolution des saisons climatiques de la ville de Bouaké

Bouaké	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Mois secs	28	25	14	3	1	0	6	8	0	6	21	31
Mois humide	3	6	17	28	30	31	25	23	31	25	10	0
Pourcentage mois sec	90	81	45	10	3	0	19	26	0	19	68	100

Source : SODEXAM

La figure 1 permet de constater que les quantités pluviométriques annuelles déterminent le nombre total de cas de maladies diarrhéiques dans la ville de Bouaké. Plus les années s'assèchent, plus le nombre de cas de diarrhée augmentent. Les précipitations annuelles déterminent à 85% les cas de diarrhées infanto-juvéniles observées.

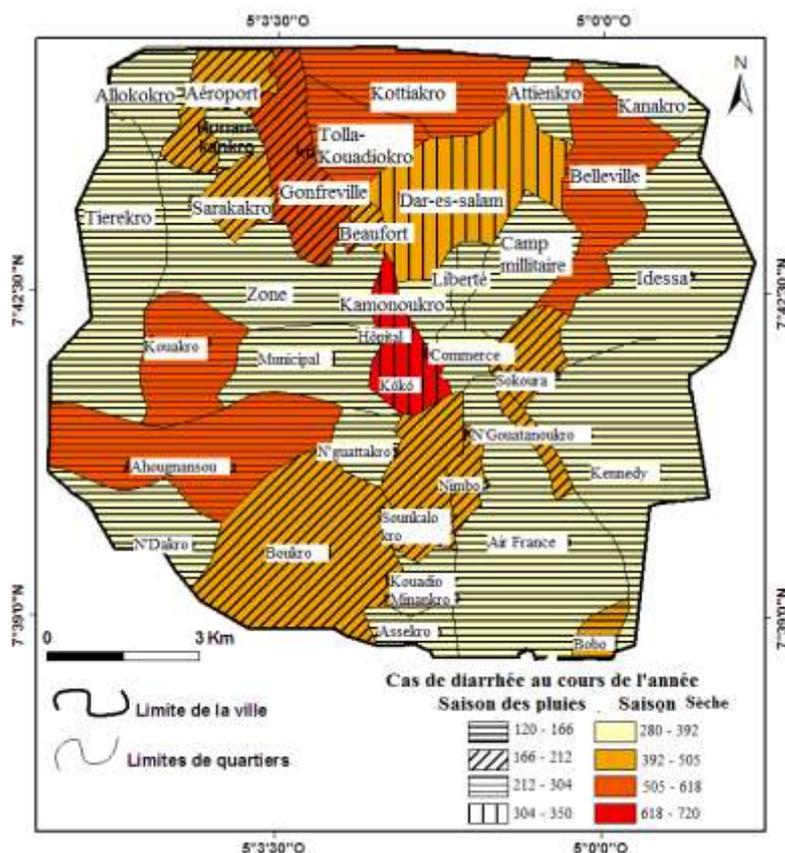
Figure 1 : Evolution de la pluviométrie annuelle et des cas de diarrhée à Bouaké



Source : SODEXAM/Districts Sanitaires

A l'échelle saisonnière, il ressort que les cas de diarrhée dans la ville de Bouaké sont beaucoup plus importants en saison sèche qu'en saison de pluie. La carte 3 indique que le nombre de cas de diarrhée atteint un maximum de 730 en saison sèche, contre 350 en saison des pluies. Les quartiers les plus affectés sont les quartiers résidentiels populaires à habitat de moyen et bas standing. Ces quartiers sont localisés au Sud-ouest et au Nord de la ville de Bouaké. Toutefois, l'espace ayant le plus grand nombre de cas de diarrhée est le quartier Kôkô situé au centre-ville.

Carte 3 : Cas de diarrhée enregistré par quartier entre 2009 et 2016 pendant les saisons climatiques



Source : Districts Sanitaires

2.1. Cadre physique, densité de population et mauvais assainissement, des facteurs favorables aux diarrhées

Le cadre physique de la ville de Bouaké est un facteur qui permet de discriminer les quartiers selon l'exposition des enfants aux germes de maladies diarrhéiques. Les aires de jeu de certains quartiers sont, la plupart du temps, contaminés par les eaux usées des ménages, les eaux issues des ordures ménagères et le drainage pluvial mal évacué (photo 1).

Photo 1 : Eaux usées source de contamination des aires de jeu des enfants : A.

Dépôt d'ordure à proximité des habitations au quartier Dar-es-salam ; B. Eau stagnante au quartier Sokoura



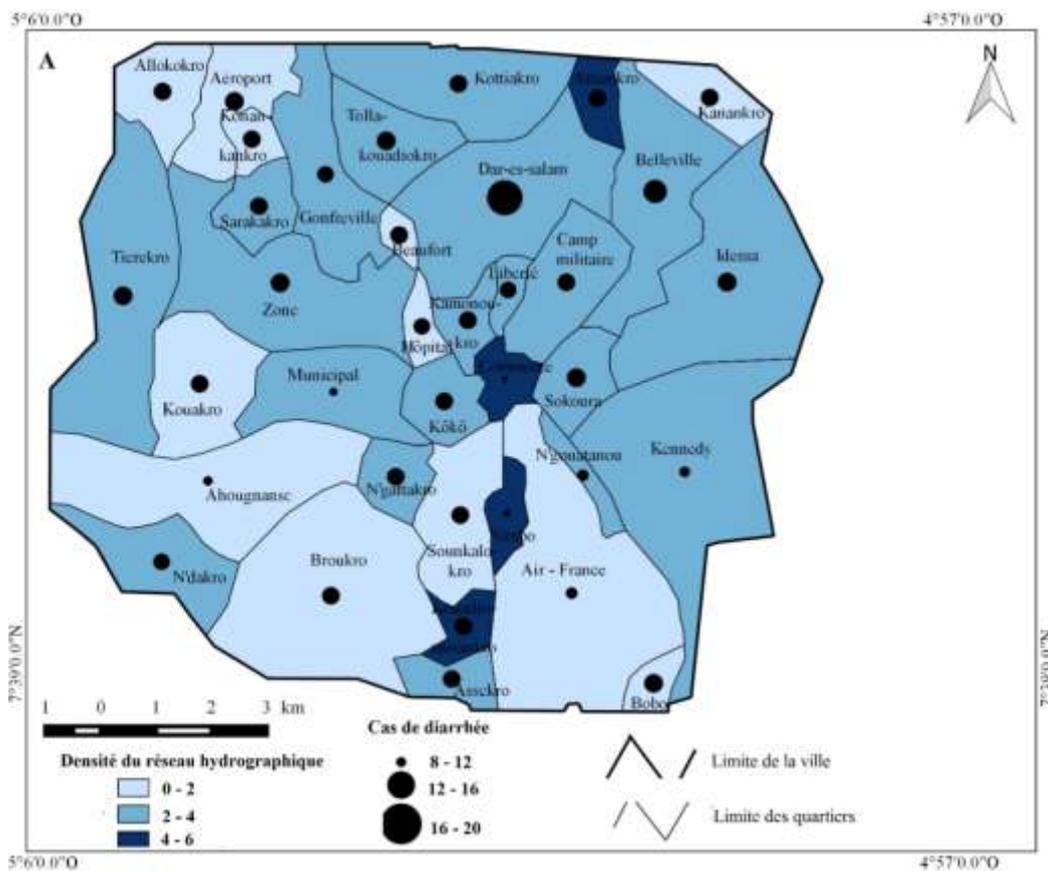
Cliché : Koné A. 21/12/2017

La gestion des ordures ménagères est défectueuse, ce qui se traduit par les dépôts incontrôlés d'ordure dans la ville. Ces mauvaises conditions d'hygiène favorisent le développement des germes pathogènes qui sont transportés par le ruissellement lié aux caractéristiques topographiques de la ville. La carte 4 présente la répartition des maladies diarrhéiques infanto-juvénile à Bouaké à partir de nos enquêtes de terrain. Cette enquête est comparée aux caractéristiques hydriques nées de la topographie de la ville de Bouaké.

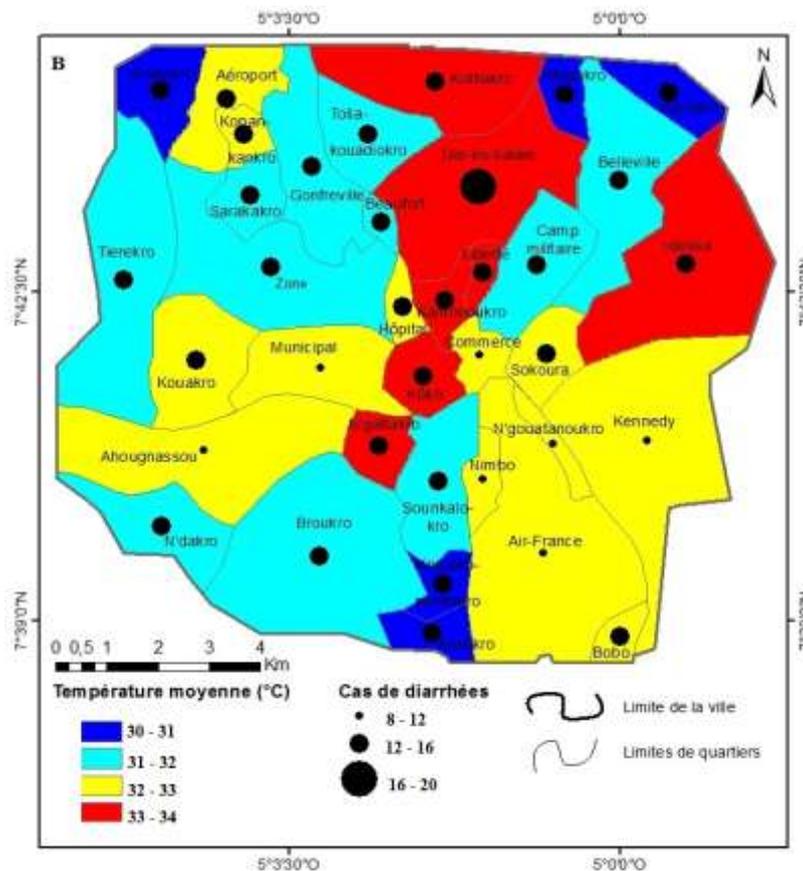
La carte 4A permet de constater que la densité de réseau hydrographique est plus importante dans les quartiers Nord, et de façon particulière dans les quartiers où les cas de diarrhée sont les plus importants. Il existe toutefois des exceptions, notamment le quartier Broukro au Sud et les quartiers (village) au Nord-est de la ville. La carte 4B qui présente la moyenne des températures de surface de la ville est également riche d'enseignement. La température de surface d'un lieu est en relation avec la nature de l'occupation du sol de ce lieu. Les quartiers à forte température de

surface sont en général des espaces où la densité d'habitant et de bâtis est élevée. Ce sont des quartiers populaires notamment kôkô et Dar-es-salam, ce qui traduit de façon indirect l'importance de la densité de population et des conditions sociales comme facteurs de risque des maladies diarrhéiques infanto-juvénile (carte 5). En effet, les quartiers où la densité de population est élevée sont ceux où le niveau de revenu des habitants est faible ou moyen. Si les quartiers Sud ne présentaient pas des cas élevés de diarrhée en lien avec les caractéristiques hydriques de l'espace, ce n'est plus le cas lorsque la variable densité de population est prise en compte.

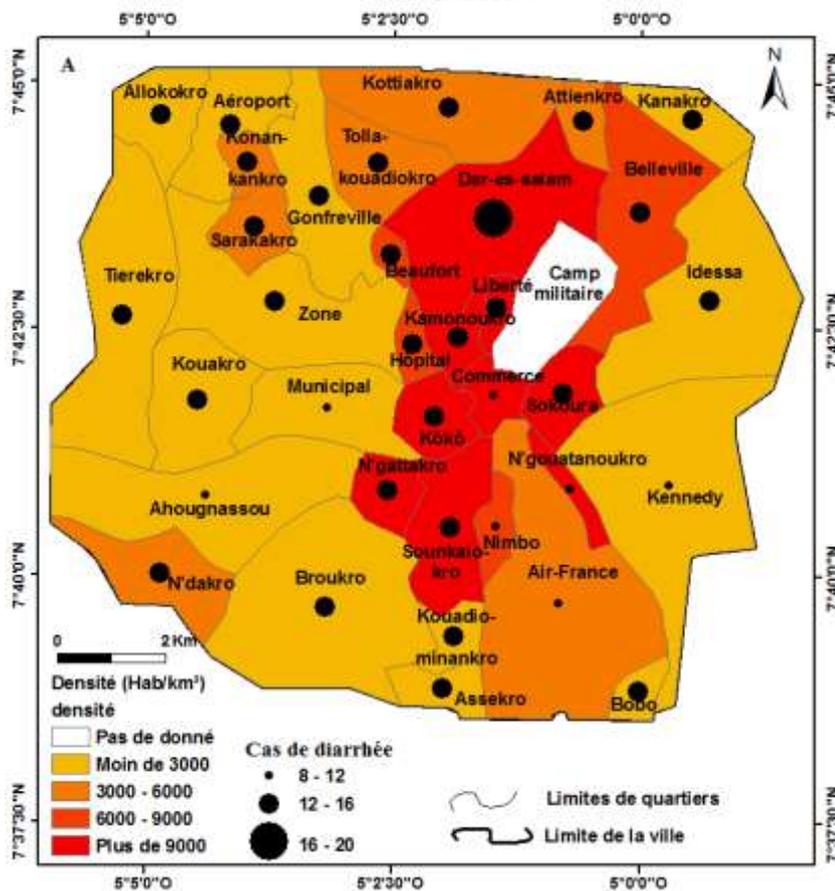
Carte 4 : Conditions hydriques de surface et maladies diarrhéiques infanto-juvéniles à Bouaké : A. Hydrographie et cas de diarrhée ; B. Température de surface et cas de diarrhée

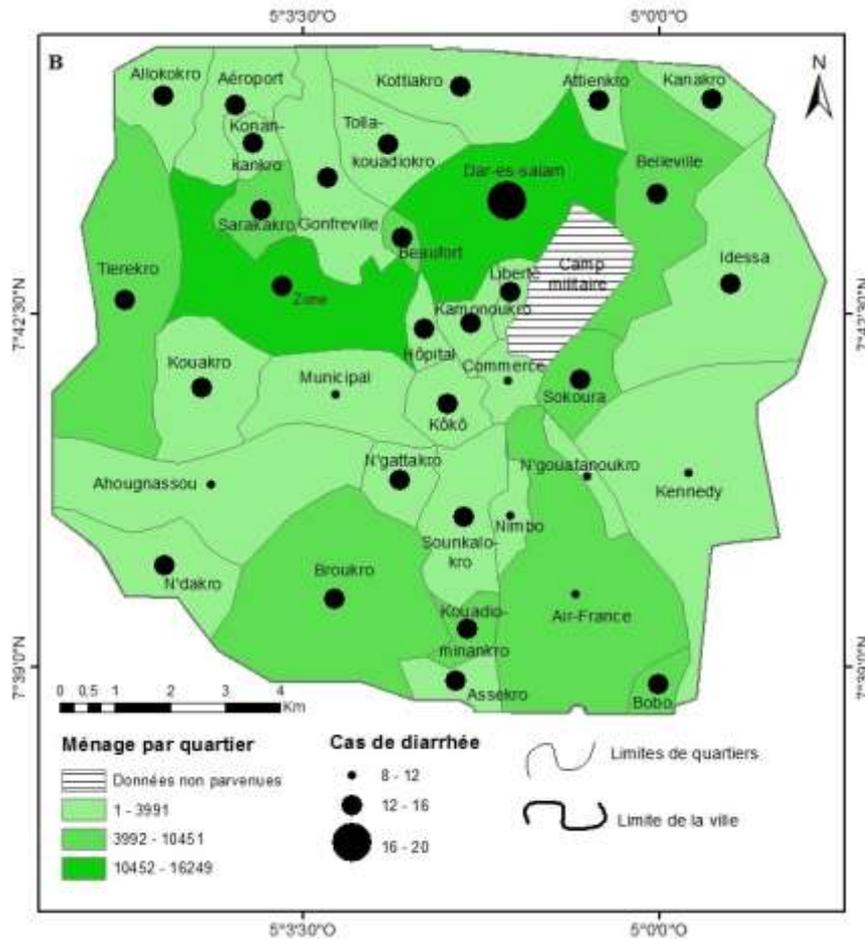


Source : SRTM/Landsat, 2015 et nos enquêtes, 2017



Carte 5 : Diarrhée infanto-juvénile et densité de population dans la ville de Bouaké : A. Densité de population et cas de diarrhée ; B. Densité de ménages et cas de diarrhée





Source : INS, 2014 et nos enquêtes, 2017

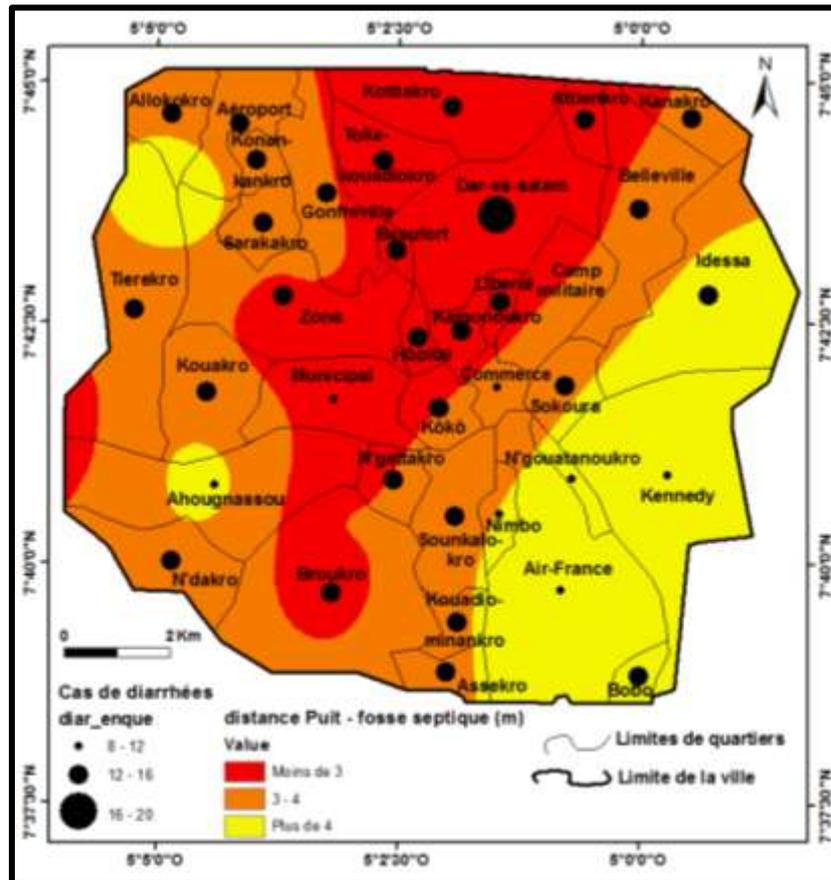
2.2. Accès à l'eau potable et maladies diarrhéiques infanto-juvénile dans la ville de Bouaké

Selon nos enquêtes, il ressort que 80% des ménages disposent d'un abonnement au réseau d'adduction en eau potable contre 20% qui utilisent l'eau des puits. Toutefois, la qualité de l'eau servie par la SODECI (Société de Distribution d'Eau de la Côte d'Ivoire) est souvent mauvaise. En saison sèche, la distribution est irrégulière. En saison des pluies, les eaux de ruissellement transportent les particules terrigènes en grande quantité pour les déposer dans les réservoirs, ce qui colore l'eau distribuée dans les ménages.

Les enquêtes de terrain ont permis de constater que l'ensemble des puits visités sont mal aménagés ou entretenus. Beaucoup de ces puits sont situés à proximité des fosses septiques qui recueillent les eaux ménagères et les eaux vannes des cours. Cette proximité est source de contamination surtout pendant la saison pluvieuse. La carte 6 permet de constater que les quartiers où la distance entre les puits d'eau potable et les fosses septiques sont courtes présentent plus de cas de diarrhée infanto-juvénile. Les quartiers centraux et Nord de la ville sont plus marqués par

cette situation. Ceci s'explique aussi par le fait que le mauvais aménagement des puits et la densité du réseau hydrographique favorisent la contamination des eaux des puits par les eaux de ruissellement. Dans certains quartiers comme Belle-ville et Dar-es-salam, les latrines sont souvent connectées aux caniveaux afin que pendant les pluies, les déchets soient transportés par les eaux de ruissellement, ce qui contamine ces puits et les aires de jeu des espaces topographiques bas de la ville.

Carte 6 : Relation distance entre puits - fosses septiques et cas de diarrhée infantile-juvénile à Bouaké



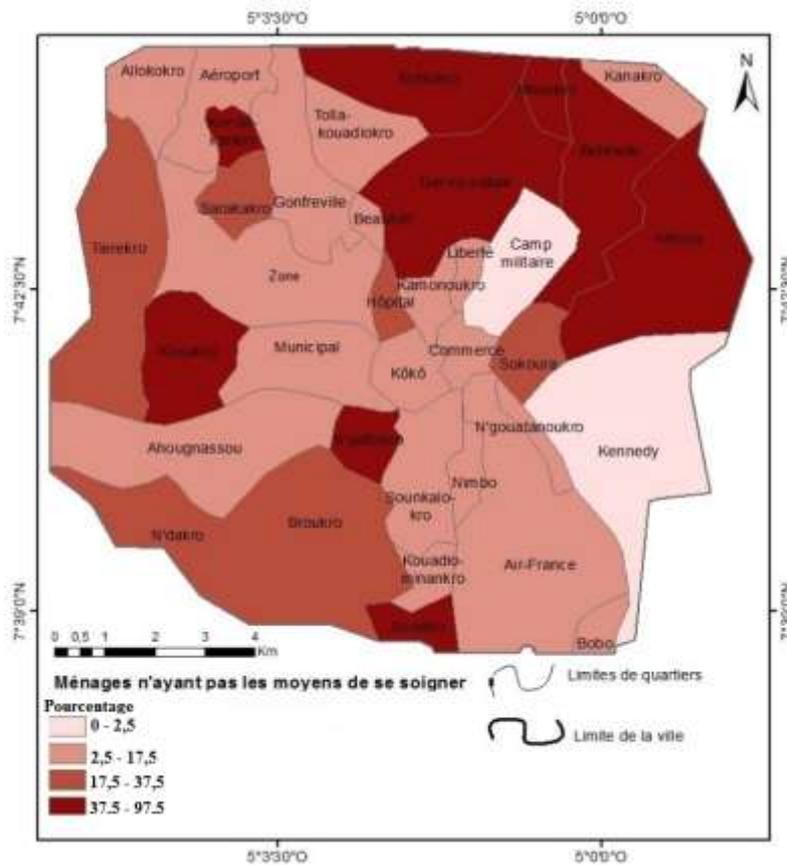
Source : Nos enquêtes, 2017

2.3. Système d'Information Géographique sur la diarrhée infantile-juvénile à Bouaké

Un certain nombre de facteurs de la diarrhée infantile-juvénile à Bouaké a été combiné afin de classer les quartiers par niveau de risques diarrhéiques dus à l'hygiène du cadre urbain et aux caractéristiques physiques de la ville. Les facteurs physiques retenus sont : la densité du réseau hydrographique, la température de surface, le relief de la ville, la distance entre les puits et les fosses septiques. Les facteurs du milieu anthropique retenus sont : la densité de population, le nombre d'habitants par ménage, les cas de diarrhée déclarés, l'accès aux soins modernes. La carte de l'accès aux soins, à partir de nos enquêtes auprès des ménages (carte 7), catégorise les quartiers par faiblesse de revenu financier. Les quartiers où les populations ont de

faibles revenus sont ceux où les cas de diarrhée infantile-juvénile sont les plus élevées. Il s'agit des quartiers Nord, Sud et des villages périphériques à l'Est de la ville.

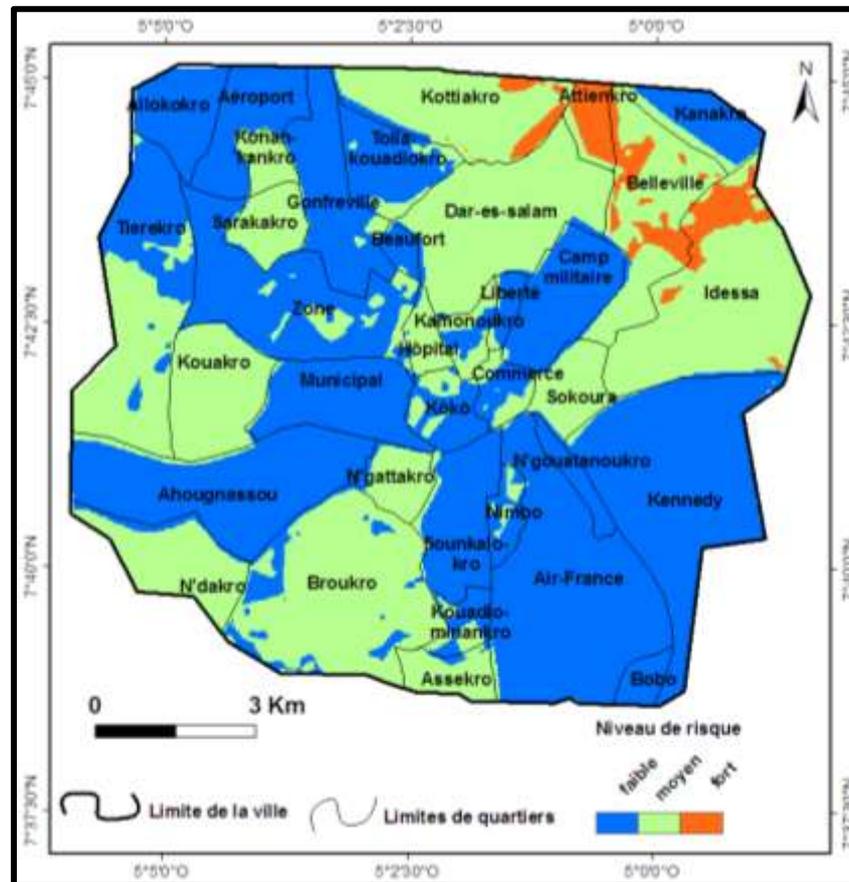
Carte 7 : Accès aux soins modernes par les ménages en cas de diarrhée infantile-juvénile



Source : nos enquêtes, 2017

La combinaison de l'ensemble des facteurs physiques et humains aboutit à un SIG (carte 8). Selon ce SIG, les quartiers à niveau élevé de risque de maladies diarrhéiques infantile-juvénile sont situés au Nord. Ce sont les quartiers Idessa, Belle-ville, Attienkro et Kottiakro. Les quartiers à niveau de risque moyen sont aussi localisés au Nord. Ce sont les quartiers à risque élevé auquel s'ajoutent les grands quartiers populaires comme Dar-es-salam et les quartiers centraux comme Sokoura et Hôpital. Les quartiers Sud (Broukro, Assakro et N'dakro) et Est (Kouakro, Sarakakro) complètent ce tableau. Les quartiers à faible risque de maladies diarrhéiques infantile-juvéniles sont les quartiers où les habitants sont pour la plupart des fonctionnaires. Ces quartiers ont un niveau d'hygiène environnementale acceptable. Ce sont les quartiers de l'Ouest (Air France et Kennedy par exemple), de l'Est (Ahougnansou, Municipal) et du Nord-est (les quartiers de l'espace aéroportuaire).

Carte 8 : Système d'Information Géographique sur les risques diarrhéiques infanto-juvéniles à Bouaké



Sources : SRTM/Landsat, 2015/INS, 2014/District Sanitaire et nos enquêtes, 2017

3. Discussion

L'évolution saisonnière des diarrhées infanto-juvéniles à Bouaké indique des cas élevés en saison sèche, dans un contexte où la sécheresse a une intensité croissante. Les baisses pluviométriques sont marquées en Côte d'Ivoire depuis les années 1970. Elles sont évaluées entre 14 et 30% selon les auteurs, les régions étudiées et la longueur de la série temporelle analysée (E. Servat et *al.*, 1998, p. 331 ; Y. T. Brou, 2005, p. 66 ; D. Noufé, 2011, p. 188). Cette évolution de la pluviométrie a induit un déficit hydrométrique de 27 à 50% au niveau des eaux de surface, en occurrence les fleuves sur lesquels sont construits les retenues d'eau potable servant à l'alimentation des villes (E. Servat et *al.*, 1998, p. 332). A Bouaké par exemple, le principal barrage d'alimentation en eau potable de la ville a pratiquement tari en 2017 à cause des dépôts sédimentaires, des sécheresses et de certaines activités d'extraction minières (T. Maillard, 2019, p. 6). En saison sèche, se pose donc la question de la qualité et de la quantité de l'eau potable pour les ménages. Le nombre élevé de cas de diarrhée en saison sèche dans la ville de Bouaké concorde avec les résultats de certaines études menées à Abidjan et Ouagadougou sur les diarrhées

infanto-juvéniles dues aux rotavirus (A. C. Koffi et *al.*, 2014, p. 4 ; A. Kaboré et *al.*, 2016, p. 3) .

La mauvaise qualité de l'eau de boisson est une des principales causes des diarrhées infanto-juvéniles en Côte d'Ivoire (A. R. Attia et *al.*, 2013, p. 121). L'eau utilisée par les ménages, qu'elle soit issue du réseau de distribution d'eau potable ou des puits, est généralement de mauvaise qualité. En effet, pour T. Maillard (2019, p. 6) les eaux de surface utilisées comme eau de boisson en Côte d'Ivoire sont contaminées parce qu'elles contiennent d'une part les polluants chimiques (nitrate, métaux lourds) provenant des activités agricoles, industrielles et des rejets domestiques en amont. D'autre part, elles contiennent des micro-organismes qui ne sont pas naturellement éliminés par filtration comme c'est souvent le cas pour les eaux souterraines lorsqu'elles traversent des matériaux à faible porosité.

En Côte d'Ivoire, si le niveau d'accès des ménages à l'eau potable est élevé, il n'en demeure pas moins qu'une proportion non négligeable n'a pas accès au réseau d'adduction. Pour la ville de Bouaké, notre étude indique un niveau d'accès de 80%. Il existe toutefois des disparités importantes à l'intérieure des villes ou d'une ville à une autre. A Sokoura par exemple (quartier centre de la ville de Bouaké), Silué et *al.*, (2012, p 302) notaient que seul 55% des habitants étaient connecté au réseau de distribution d'eau potable. En plus, en saison sèche, l'approvisionnement en eau potable est plus irrégulier qu'en saison pluvieuse, ce qui conduit à des stratégies de gestion et de conservation de l'eau potable par les populations (Silué et *al.*, 2012, p.303). Malheureusement, la conservation ou l'utilisation de l'eau courante dans les ménages n'obéit pas aux règles d'hygiène si bien que ces eaux finissent par être contaminées par les germes responsables des maladies diarrhéiques (S. J. G. Kouakou et *al.*, 2012, p. 137). Le Système d'Information Géographique sur les espaces à risque de diarrhée infanto-juvénile à Bouaké permet de remarquer que dans les interactions entre facteurs physiques et humains causes des diarrhées, le cadre physique joue un rôle important dans les quartiers Nord tandis que les facteurs sociaux demeurent le discriminant de base partout ailleurs. Dans les quartiers Nord, les caractéristiques topographiques et hydriques participent fortement à la contamination des eaux, des aliments (à travers les cultures maraichères par exemple) et les aires de jeu. N. R. Koffi et *al.*, (2012, p.3674) indiquent par exemple que les cultures maraichères en milieu urbain abidjanais subissent des contaminations fécales importantes. La même observation est faite par K. E. Ahoussi et *al.*, (2012, p. 1860) concernant la contamination des eaux des puits dans les espaces topographiques bas de la commune de N'Zianouan. Toutefois, de façon générale, les diarrhées infanto-juvéniles sont liées à une interaction de facteurs dont l'homme est le principal acteur (B. Koné et *al.*, 2014, p. 7).

Conclusion

L'analyse de la dynamique climatique de la ville de Bouaké entre 1985 et 2016 présente une augmentation des mois secs d'environ 50%. Parallèlement, le nombre de cas de diarrhée infanto-juvénile a augmenté en saison sèche par rapport à la saison pluvieuse. Le rapport de la saison pluvieuse à la saison sèche est de 2. Les quartiers les plus affectés sont les quartiers populaires du Nord de la ville (Dar-es-salam, Belle-ville, Tollakouadiokro et kottiakro), les quartiers centraux (Kôkô) et Sud (Boukro, Ahougnansou, Kouakro). Le cadre physique de la ville, à travers la topographie et le réseau hydrographique, draine les ordures ménagères, les eaux usées et les fèces animales et humaines à travers certains quartiers. Cela est source de contamination des aires de jeu des enfants. Si plus de 80% des habitants sont connectés au réseau de distribution d'eau potable de la ville, il n'en demeure pas moins que la qualité de l'eau de boisson laisse souvent à désirer. Les puits utilisés comme alternative par une partie de la population sont mal aménagés. Ils sont souvent contaminés par le ruissellement pluvial. En plus, les distances entre ces puits et les fosses septiques recueillant les eaux des vanes et les eaux usées des ménages sont souvent courtes (moins de 3 m), ce qui accroît les risques de contamination des eaux de boisson. Sur la base d'un ensemble de facteurs physiques et humains des maladies diarrhéiques infanto-juvéniles, un Système d'Information Géographique a été élaboré. Il en ressort que les quartiers les plus exposés aux risques diarrhéiques infanto-juvéniles sont situés au Nord de la ville. Les quartiers les moins exposés sont localisés à l'Ouest et à l'Est de la ville. Ce sont les quartiers à habitat de moyen et haut standing.

Références bibliographiques

- AHOUSSEI Kouassi Ernest, KOFFI Yao Blaise, KOUASSI Amani Michel, SORO Gbombélé, SORO Nagnin et BIEMI Jean, 2012, « Étude des caractéristiques chimiques et microbiologiques des ressources en eau du bassin versant du N'zi : cas de la commune de N'zianouan (Sud de la Côte d'Ivoire) », *International Journal of Biological and Chemical Sciences* 6 (4), p. 1854-1873
- AKOM Eniko Edit, 2008, *les maladies transmissibles*, Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest, série population, CEDEAO-CSAO/OCDE, p. 1-20
- ATTIA Akissi Régine, KOUAKOU Sackou, CLAON Stéphane, 2013, « Déterminants de la diarrhée chez l'enfant de moins de 5 ans vivant dans les quartiers précaires d'Abidjan (2007) », *Rev Int ScMéd*, 15, 3, p. 119-123
- BROU Yao Telesphore, 2005, *Climat, mutations socio-économiques et paysages en Côte d'Ivoire*, Habilitation à Diriger des Recherches, Université des Sciences et Technologies de Lille, p. 1-226

FOND MONETAIRE INTERNATIONAL, 2009, *Côte d'Ivoire : stratégie de réduction de la pauvreté*, rapport d'étape au titre de l'année 2009, Washington, p. 1-199

KABORE A, ZAGRE A., KAM M., DRABO D., OUEDRAOGO R. YE D., 2016. « Incidence des diarrhées à rotavirus chez les enfants de 0 à 5 ans hospitalisés à Ouagadougou (Burkina Faso) ». *Journal de pédiatrie et de puériculture*, p. 1-7

KOFFI Akoua Chantal, KOUADIO Asse Vincent, ATTEBY Yao Jean Jacques, 2014, "Hospital-based surveillance of rotavirus gastroenteritis among children under 5 years of age in the Republic of Ivory Coast: a cross-sectional study", *BMJ Open*, URL <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2013-003269>, consulted 01/01/2019

KOFFI Nevry Rose, ASSI Clair Brice Judicaël, ASSEMBAND Emma, WOGNIN Affou Séraphin, KOUSSEMON Marina, 2012, « Origine des témoins de contamination fécale de l'eau d'arrosage de la laitue (*lactuca sativa*) cultivée dans la zone périurbaine d'Abidjan », *journal of applied biosciences*, n°52, p. 3669- 3675

KONE Brama, DOUMBIA Mohamed, SY Ibrahima, DONGO Kouassi, AGBO-HOUEYOU Yveline, HOUENOU Pascal Valentin, FAYOMI Benjamin, BONFOH Bassirou, TANNER Marcel et Cisse Guéladio, 2014, « Étude des diarrhées en milieu périurbain à Abidjan par l'approche écosanté », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Hors-série 199, consulté le 01 janvier 2019. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/14976> ; DOI : 10.4000/vertigo.14976

KOUAKOU Sackou Julie Ghislaine, OGA Serge, CLAON Stéphane, BAMA Martial, MBRAH Koua Dominique, HOUENOU Yveline et KOUADIO Kouakou Luc, 2012, « Conditions d'accès et de stockage de l'eau : enquête dans les ménages en zone périurbaine à Abidjan en 2010 », *revue-sante-publique*, 2 Vol. 24, p. 133-142

MAILLARD Thomas, 2019, *La ressource en eau dans la région de Gbêkê (Côte d'Ivoire)*, Rapport de recherche] Région Normandie, p. 1-14

MINISTERE DE LA SANTE ET DE LA LUTTE CONTRE LE SIDA, *Côte d'Ivoire : Enquête démographique et de santé et à indicateurs multiples*, Rapport de synthèse, Calverton, Maryland, USA: MSLS, INS et ICF International, p. 1-59

MINISTERE DU PLAN ET DU DEVELOPPEMENT, 2017, *La situation des femmes et des enfants en Côte d'Ivoire*, enquête à indicateurs multiples 2016, UNICEF, p. 1-442

NOUFE Djibril, 2011, *Changements hydroclimatiques et transformations de l'agriculture : l'exemple des paysanneries de l'Est de la Côte d'Ivoire*, thèse de doctorat de l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, p. 1-375

SERVAT Éric, PATUREL Jean-Emmanuel, KOUAME Brou, TRAVAGLIO Michel, OUEDRAOGO Mahaman, BOYER Jean-François, 1998. Identification, caractérisation et conséquences d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'Ouest et Centrale. *IAHS PUBLICATION*, n°252, p. 323-338

SILUE Bétio, CISSE Guéladio, KONE Brama, ZURBRÜGG Christian, SAVANE Issiaka, 2012, « équité d'accès a l'eau potable dans un contexte de diversité de modes d'approvisionnement: cas de la ville de Bouaké (Côte d'Ivoire) », *European Journal of Scientific Research*, Vol.72 n°2, p. 298-310

URL <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>, consulté le 26/05/2019