



ÉVALUATION DE LA POLLUTION DE L'EAU LIÉE AUX ACTIVITÉS INDUSTRIELLES ET IMPACT SUR LA SANTÉ DES POPULATIONS À ABIDJAN SUD

EVALUATION OF WATER POLLUTION LINKED TO INDUSTRIAL ACTIVITIES AND IMPACT ON THE HEALTH OF POPULATION IN SOUTHERN ABIDJAN

¹ YAO-ASSAHI Akoissi Ida Natacha, ² GNAGNE Agness Esoh Jean Eudes Yves, ³ ANOH Kouassi Paul, ⁴ et OSSEY Yapo Bernard.

¹ Doctorante, Institut de Géographie Tropicale (IGT), Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, email: yassahida@yahoo.fr

² Assistant, Laboratoire des Sciences de l'Environnement (LSE), Unité de Formation et de Recherches en Sciences et Gestion de l'Environnement (UFR-SGE), Université Nangui Abrogoua, email : gaejey_2006@yahoo.fr

³ Professeur Titulaire, Institut de Géographie Tropicale (IGT), Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire, email : anohpaul@yahoo.fr

⁴ Professeur Titulaire, Laboratoire des Sciences de l'Environnement (LSE), Unité de Formation et de Recherches en Sciences et Gestion de l'Environnement (UFR-SGE), Université Nangui Abrogoua, Laboratoire Central de l'Environnement du Centre Ivoirien Anti-pollution (LCE-CIAPOL), email : yapossey@yahoo.fr

YAO-ASSAHI Akoissi Ida Natacha, GNAGNE Agness Esoh Jean Eudes Yves, ANOH Kouassi Paul et OSSEY Yapo Bernard, Evaluation de la pollution de l'eau liée aux activités industrielles et impact sur la santé des populations à Abidjan Sud, *Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé* 4 (7), 159-177, [En ligne] 2021, mis en ligne le , consulté le 2021-08-07 00:02:32, URL: <https://retssa-ci.com/index.php?page=detail&k=181>

Résumé

Abidjan Sud dispose d'une pléthore d'industries situées sur le pourtour de la lagune Ébrié. Face à la nécessité d'évacuation des eaux usées, cette lagune est devenue le réceptacle naturel de rejet de ces eaux usées. De ce fait, les baies de la lagune connaissent une dégradation de la qualité des eaux liées aux activités industrielles et ce, malgré les nombreuses conventions en matière environnementale. L'objectif de cette étude est de démontrer que les effluents liquides des industries continuent d'affecter la qualité des baies à Abidjan Sud ce qui a des impacts sur l'état de santé de la population. La méthodologie adoptée repose sur plusieurs démarches dont la recherche documentaire, l'analyse en composante principale des effluents industriels rejetés, la spatialisation des variations des polluants dans les baies lagunaires et l'enquête par échantillonnage auprès de 382 chefs de ménages vivant à l'intérieur et hors des zones industrielles. Ainsi, il ressort de notre étude que les effluents liquides des industries présentent certains paramètres physiques (pH, température, MES) et chimiques (nitrates, nitrites, azote et

orthophosphates, DCO et DBO5 hydrocarbures totaux et aux huiles et graisses) avec souvent des valeurs plus élevées que les valeurs guides. Ces effluents sont déversés dans les eaux à travers les points de rejet sans traitement préalable pour la plupart. Par conséquent, ces rejets industriels altèrent la qualité des baies lagunaires à Abidjan et ont un impact sur la santé des populations riveraines.

Mots clés : Baies de la lagune Ébrié, pollution industrielle, zone industrielle, santé des populations

Abstract

Southern abidjan has a large number of industries located around the edge of the ebrie lagoon. faced with the need to evacuate wastewater, this lagoon has become a natural receptacle for this purpose. As a result, the bays of the lagoon are experiencing a deterioration in water quality linked to industrial activities, despite numerous environmental conventions. The objective of this study is to demonstrate that liquid rejections from factories continue to affect the quality of bays in southern abidjan which has impacts on the health of the population. The methodology adopted is based on several approaches including documentary research, component analysis of industrial effluents rejected, spatialization of variations in pollutants in lagoon bays and a sampling survey of 382 heads of households inside and outside industrial areas. Thus it emerges from our study that the liquid effluents of industries have certain physical (pH, temperature, MES) and chemical parameters (nitrates, nitrites, nitrogen, orthophosphates, COD and BOD5, total hydrocarbons and fatty oils) with often values more higher than the guide values. Most of these effluents are discharged into the water through discharge points without prior treatment. Consequently, these industrial discharges alter the quality of the lagoon bays in southern abidjan and have an impact on the health of the riverside populations.

Keywords: Bays of the Ebrié lagoon, industrial pollution, industrial zone, populations' health.

INTRODUCTION

La forte industrialisation de la ville d'Abidjan (586 établissements industriels à Abidjan Sud (K.P. Anoh et al 2019, p.24)), doublée de son urbanisation croissante et non maîtrisée ont fortement influencé le milieu naturel tel que l'eau, l'air et le sol. En effet, l'industrie occupe une place prépondérante dans le développement économique de la Côte d'Ivoire qui dispose de l'un des tissus industriels parmi les pays les plus développés de la CEDEAO après le Nigéria. Elle a un taux de croissance de 7,2% en 2015 avec un PIB (Produit Intérieur Brut) de 25,5% (Côte d'Ivoire en chiffres 2016 p. 102).

De même, ces industries sont à majorité situées sur le pourtour de la lagune Ébrié qui constitue le plus grand système lagunaire d'Afrique de l'Ouest. Des milliers de produits chimiques différents sont utilisés dans la fabrication des biens de consommation courants. Or, les résidus de ces produits chimiques contenus dans les eaux usées traitées ou non se retrouvent dans la lagune. Bien souvent, les unités industrielles dans leur fonctionnement utilisent beaucoup d'eau dans le processus de transformation mais aussi pour le nettoyage des installations et des outils après la production. Ces eaux industrielles résiduelles sont rejetées dans le réceptacle naturel qui est la lagune Ébrié ou en haute mer à 120 m des rives, dans l'océan Atlantique sans traitement préalable (K. R. Dongo et al 2013, p. 405).

Les industries rejettent leurs effluents liquides à partir de certains points de rejets autour des zones industrielles d'Abidjan Sud. Cela affecte la qualité des baies.

A présent, la détérioration de la qualité de ces eaux, constitue un problème complexe aussi bien dans le cas des conditions écologiques que dans le développement socio-économique de la ville (K. M. Yao 2009, p.2).

Les eaux des zones estuariennes de la lagune Ébrié sur toute l'étendue sont chaudes, pauvres

en oxygène, en nitrites et nitrates mais riches en phosphores et en ammoniums. Elles sont sujettes à des états d'anoxies et d'asphyxies et à l'eutrophisation. Ces eaux sont de mauvaises qualité environnementale, car impropres pour l'usage domestique et la vie aquatique (A. M. Aka, 2017, p. XXIII). La quantification de la charge organique et de la contamination métallique des eaux des baies les plus sensibles de la lagune d'Abidjan est un problème qui demeure entier malgré les nombreuses initiatives entreprises jusqu'à ce jour (K. M. Yao, 2009, p.2). En fait, pour faire face aux problèmes environnementaux, la Côte d'Ivoire a ratifié plusieurs traités et conventions. Elle a de même adopté des lois relatives à la protection de l'environnement (eau, air, sols, etc.), auxquelles les activités industrielles sont soumises (K. R. Dongo et al, 2013, p. 405). Toutefois, les rejets liquides industriels influencent toujours la qualité des baies ce qui a un impact sur la santé des populations à Abidjan Sud.

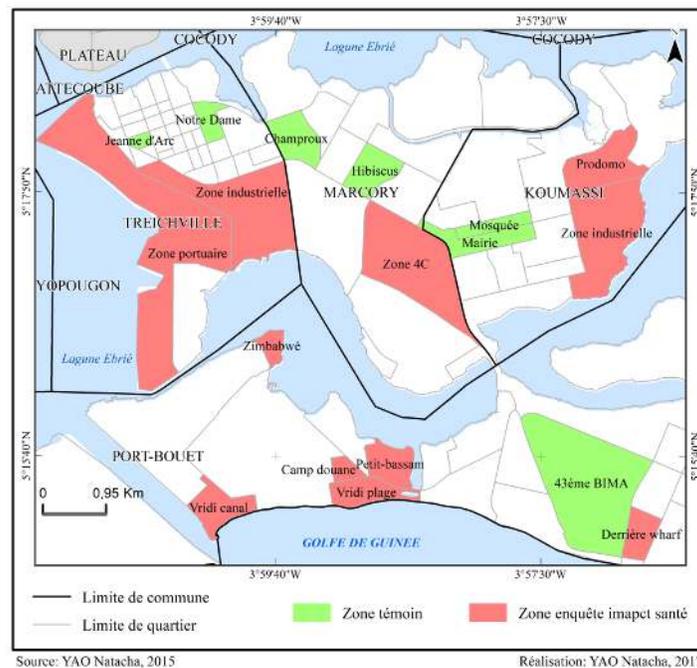
De manière générale, l'objectif de cette étude est de démontrer que les effluents liquides des industries affectent la qualité des baies à Abidjan Sud et la santé des populations riveraines. Il s'agit de manière spécifique d'évaluer les paramètres physico-chimiques et organiques des effluents industriels, de répertorier les points de rejets des effluents industriels et d'analyser la qualité physique et chimique des baies de la lagune Ebrié afin de ressortir leur impact sur la santé des populations riveraines.

1. Méthodologie

1.1. Présentation et localisation de la zone d'étude

Le travail de recherche a porté sur les industries autour de la lagune Ebrié, les habitats aux alentours et en dehors des zones industrielles (Treichville, Marcory, Koumassi, Port- Bouet) à Abidjan Sud (Carte n°1).

Carte n°1 : Localisation des zones industrielles et des zones témoins à Abidjan Sud



Source : N. Yao, 2016

1.2. Collecte de données

La collecte de données s'est faite en deux phases : la recherche documentaire, l'observation et l'enquête de terrain.

La recherche documentaire a été faite à l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement), au CIAPOL (Centre Ivoirien Anti-pollution), à l'IGT (Institut de Géographie Tropicale), à l'INS (Institut National de la Statistique), au CRO (Centre de Recherche Océanologique) et au BNETD (Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement). Elle a permis d'obtenir les résultats des analyses des rejets liquides des industries effectuées au LCE-CIAPOL avant déversement dans le milieu récepteur de 2013 à 2019.

Pour établir le lien entre les eaux de rejets des industries et la qualité de l'eau de la lagune Ébrié, on a eu recours aux résultats du Réseau National d'Observation (RNO) de la qualité des milieux récepteurs (eau, sol et air) en Côte d'Ivoire jusqu'à présent utilisés pour assurer la surveillance continue de la zone estuarienne de la lagune Ébrié au CIAPOL. Vingt (20) stations d'échantillonnage d'eaux ont été **prélevées** dans les baies de la lagune Ébrié et du littoral dans la zone d'Abidjan de 2014 à 2016. Mais, nous nous sommes intéressées aux stations de Koumassi, de Biétry et du canal. Selon le décret 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine et eaux de surface, les valeurs limites des paramètres sont : pH (5,5-9), Ammonium (<2 mg/L), Nitrite et Nitrate (10mg/L). Les fonds de cartes proviennent du Comité National de Télédétection et d'Information Géographique (CNTIG).

Les documents statistiques issus des derniers recensements de 2014, par quartier n'étant pas encore disponibles au moment de la réalisation de nos données, nous avons utilisé le RGPH de 1998 de l'INS qui avec le taux d'accroissement naturel a donné des estimations de la population de 2008. L'objectif était de savoir si les populations vivant dans les zones industrielles sont plus exposées aux maladies liées à la pollution des baies

lagunaires par rapport à celles vivant dans les zones témoins.

La méthode utilisée est celle à probabilité inégale. À l'aide de la formule statistique suivante :

$$n = \frac{z^2 * p * (1-p)}{e^2} \text{ selon Benoit Le Maux, 2008}$$

n: la taille de l'échantillon

p: le taux de pauvreté des ménages : 46,5% selon le recensement de l'INS 2014.

Il a été opté pour le taux de pauvreté des ménages, car le niveau de risque à proximité des zones industrielles, le niveau de vie des populations et la proximité près de leurs lieux de travail pourraient justifier le choix de leur installation dans ces différents quartiers illicites. Au total, il y a 382 chefs de ménages qui représentent la taille de l'échantillon.

Le choix des ménages : Le sondage à plusieurs degrés a permis d'avoir le nombre de chef de ménage par zone (zones industrielles et zone témoin), par commune et par quartier.

➤ Le premier degré : choix des communes

Le choix a été fait d'enquêter une partie des chefs de ménages dans la zone industrielle (50%) et une autre hors de la zone industrielle qui est considérée comme la zone témoin (50%). Toutefois, ces zones présentent les caractéristiques sociodémographiques identiques afin d'établir la comparaison. Compte tenu de la représentativité de la population, il a été effectué une règle de trois pour trouver la taille des populations enquêtées (Tableau n°1)

Tableau n°1 : Représentativité de la population à enquêter à Abidjan Sud

Commune	Population 2008	Nombre de chefs de ménage
Koumassi	12 4022,34	184
Marcory	41 310,00	61
Port-Bouët	67 659,30	100
Treichville	25 012,80	37

Source : INS 2008, estimation par calcul

➤ Le Deuxième degré : choix des quartiers dans les zones industrielles

- Le Troisième degré : choix des quartiers dans les zones témoins
- Le Quatrième degré : choix des chefs de ménages dans les zones industrielles
- Le Cinquième degré choix des ménages dans les zones témoins

Ainsi grâce au sondage en degré, nous avons obtenu les tableaux 2 et 3.

Tableau n°2 : Chefs de ménages à enquêter par quartier dans les zones industrielles à Abidjan sud

Commune	Zone industrielle	Nombre de ménage
Koumassi	Prodomo	92
Koumassi	Zone industrielle	
Marcory	Zone 4c	31
Port- Bouët	Derrière wharf	50
Port- Bouët	Camp douane	
Port- Bouët	Vridi Plage	
Port- Bouët	Vridi Canal	
Treichville	Zone industrielle	19
Treichville	Zone portuaire	

Source : INS 2008, estimation par calcul

Tableau n°3 : Chefs de ménages à enquêter par quartier dans les zones témoins à Abidjan sud

Commune	Zone Témoin	Nombre de ménage
Koumassi	Mairie	92
Koumassi	Mosquée	
Marcory	Hibiscus	31
Marcory	Champroux	50
Port-Bouët	43ème Bima	
Treichville	Notre Dame	18
Treichville	Jeanne d'Arc	

Source : INS 2008, estimation par calcul

L'enquête a été réalisée en Juillet et Août 2016 dans les zones industrielles de Koumassi, Marcory, Treichville et Port-Bouët et dans les zones hors de la zone industrielle. Les jours d'enquête étaient les Samedis et les dimanches car ce sont les jours où on pouvait rencontrer

généralement les chefs de ménages à la maison. Cette enquête a été conduite par un ensemble de géographe et de sociologue. Bien souvent, les enquêtés éprouaient de la lassitude à remplir le questionnaire ou étaient réfractaires devant certaines questions qui touchaient à leur vie privée (sur le revenus, le loyer de leur maison). Il faut noter aussi la suffisance de certains chefs de ménage (« riches ») surtout en zone III et IV où les expatriés étaient fermés carrément sans la manière. Pour réaliser cette enquête, nous avons confectionné une fiche d'enquête. A partir de ces questionnaires, nous avons collecté les informations relatives aux caractéristiques sociodémographiques, aux informations sur différentes pathologies déclarées chez les populations et à l'accès aux soins.

1.3. Méthode de traitement des données

Pour l'évaluation de la pollution des effluents et des eaux de la lagune, on a utilisé les logiciels Statistica 7. 1 et Excel 2013. Quant au logiciel Excel 2013, il a permis de faire les analyses descriptives des différents paramètres physico-chimiques. Pour l'analyse de l'impact de la pollution sur les populations, nous avons effectué une enquête auprès des ménages vivant dans les zones industrielles et dans les zones témoins c'est-à-dire les zones éloignées des zones industrielles grâce à un questionnaire. Au terme de la collecte de données, Les résultats seront convertis en tableaux d'analyse puis en graphiques grâce au logiciel Excel et le logiciel ARC GIS a permis d'établir les représentations spatiales des risques de pollution des baies. Les questionnaires ont été transférés dans le logiciel Sphinx.

2. RESULTATS

Il s'agit d'analyser les rejets liquides de certaines industries et des baies autour des zones

industrielles d'Abidjan Sud et de montrer que ces effluents affectent la qualité des eaux.

2.1. Analyse des paramètres physiques, chimiques et bactériologiques des rejets des différentes zones industrielles

Il est question d'analyser les paramètres physiques, chimiques et bactériologiques des zones industrielles de Port-Bouët, Treichville, Marcory et Koumassi

2.1.1. Paramètres physiques

Tableau n°4 : Paramètres physiques

ZONES INDUSTRIELLES	PARAMÈTRES		
	T°C	pH	MES (mg/L)
PORT-BOUËT VRIDI	28,37	6,77	167,88
TREICHVILLE (zone 3, zone portuaire, Ino)	29,06	7,88	84,27
MARCORY	28,7	7,37	82,6
KOUMASSI	31,72	6,34	739,25
Valeurs guides du MINEF (2008)	<40°	5,5-9,5	150

MES : Matières en suspension

Source : bulletin d'analyse d'effluents liquides, CIAPOL-LCE_ 2013-2019

2.1.2. Paramètres chimiques

Il s'agit des quantités de nitrite, de phosphore, d'ammoniac (NH₄⁺), d'azote total (NT), de DBO₅, de DCO, de sulfure, d'Hydrocarbures totaux et d'huiles et de graisses qu'on retrouve dans les effluents liquides des industries.

Ces fortes concentrations DCO et DBO₅ s'explique d'une part, par le taux élevé des activités industrielles clandestines présentes dans les différentes zones industrielles. C'est à Koumassi que l'on note le taux le plus élevé des industries non identifiées (46,81%), des industries chimiques (23,40 %) et d'une part faible des industries agroalimentaires (03,19 %). (K.P. Anoh et al 2019, p.25). En plus, la commune de Port-Bouët concentre une forte densité des installations industrielles et un taux élevé des industries minières (46,90 %). Il s'agit des industries de gaz, de pétrole, d'électricité. (K.P. Anoh et al 2019, p.26). Or, ces industries produisent des déchets tels que le mélange de

Seule la concentration des concentrations de matières en suspension (MES) est supérieure à la valeur limite de rejet dans les zones industrielles de Vridi ensuite Koumassi (Tableau n°4). Cette forte concentration est liée à la forte présence des installations industrielles à Abidjan Sud avec la zone de Port-Bouët - Vridi premièrement (35,65%), et deuxièmement, Koumassi (29,65%). En effet, l'urbanisation et l'industrialisation contribuent à la pollution par les MES par apport de grandes quantités d'eaux usées domestiques et industrielles et de déchets solides (K. M. Yao 2009, p. 19).

gas-oil, huile, graisse et finasol, huiles usagées, huile usée de machine, déchets biomédicaux liquides (A. M. Aka 2017, p.65).

D'autre part, le fait que ces établissements ne disposent pas tous d'unités de traitement des eaux usées justifie la forte concentration en DCO et DBO₅.

Dans la zone industrielle de Treichville, les concentrations en DCO, DBO₅ et en MEH sont supérieures aux valeurs limites de rejet (Tableau n°5). La commune de Treichville concentre un taux élevé des industries agroalimentaires (38,71%) et un faible taux d'industries textiles (06,45 %) (K.P. Anoh et al. 2019, p.25). Ces déchets sont constitués d'emballages, d'huiles usagées, de batteries usagées, de déchets de laboratoire, de déchets électroniques, etc. Ils sont soit solides, liquides ou gazeux et sont sources d'approvisionnement de polluants dans les baies de la lagune Ebrié (A. M. Aka 2017, p.59).

Les rejets liquides de la zone industrielle de Marcory contiennent des nutriments, des polluants et micropolluants organiques. Dans ces effluents, les concentrations de la DCO, la DBO₅, l'hydrocarbure total et de Nitrite (NO₃) sont au-delà des concentrations limites de rejet. En effet, La commune de Marcory détient la plus faible concentration industrielle avec une forte

présence d'industries minières (41,67%) et se partage pratiquement les mêmes concentrations que les industries textiles, minières et agroalimentaires (18,75%) (K.P. Anoh et al. 2019, p.25). Dans la commune de Marcory, la baie de Marcory subit une bonne influence de l'industrie chimique (17 %) (A. M. Aka 2017, p.65).

Tableau n°5 : Paramètres chimiques

Paramètres	DCO(mgO ₂ /L)	DBO ₅ (mgO ₂ /L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	PT	Nitrites	NT(mg/L)	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻ (mg/L)	H G(mg/L)	HT(mg/L)	Chrome IV(mg/L)	Sulfure(mg/L)	PO ₄ ³⁻ (mg/L)
Zones industrielles													
PORT-BOUET VRIDI	5059,38	987,04	6,95	18,76	0,24	127,31	95,11	0,41	22,98	12,31	0,002	1,13	
TREICH-VILLE (zone 3, zone portuaire, Ino)	6058,73	1607,27	0,77	6,49	0,19	21,86	4,88	0,003	18,82	4,6			
MARCORY	420,76	135,41	0,16	6,46	0,008	8,96	4,43	0,0002	12,4	16,2			
KOUMASSI	3215	2130	1,58	17,94	0,07	102,28	4,75	0,18	256,87	4,93			0,19
Valeurs guides du MINEF (2008)	500	150	50			50			30	10			50

DCO : Demande Chimique en Oxygène total, HG : Huile et graisse

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène en 5 jours HT : Hydrocarbure

Source : bulletin d'analyse d'effluents liquides, CIAPOL-LCE_ 2013-2019

2.1.3. Micropolluants organiques et les éléments traces métalliques (ETM)

Dans la zone industrielle de Port-Bouët, seules les concentrations du Chrome et de l'aluminium sont supérieures à la valeur limite de rejet (Tableau 3). Ainsi sur une période d'un mois, la quantité de Chrome rejetée est de 211 437 mg/L et celle d'Aluminium est 5 501,4 mg/L. Au cours d'une année, les quantités de Chrome et d'Aluminium sont respectivement de 2 537 244 mg/L et de 66 016,8 mg/L. ces concentrations élevées sont liées à la forte présence d'industries minières. Les déchets sont constitués de déchets

industriels banals, d'huiles usagées, de chiffons souillés d'huiles ou d'hydrocarbures, de chiffons imbibés d'huile ou de solvants, de cannettes et de boites (A. M. Aka 2017, p.67).

A Treichville, Les ETM déterminés dans ces effluents sont le Fer et le chrome (tableau n°6). Les concentrations aussi faibles que ce soit s'expliquent par la forte présence des industries agro-alimentaires, minières et chimiques. Dans ces conditions, les déchets produits par cette panoplie d'industries sont capables de procurer d'importantes quantités de métaux dans les effluents industriels (A. M. Aka 2017, p.69).

Tableau n°6 : Micropolluants organiques et les éléments traces métalliques (ETM)

Paramètres	MEH (mgO ₂ /L)	HAP (mgO ₂ /L)	Aluminium (mg/L)	Plomb (mg/L)	Cuivre (mg/L)	Nickel (mg/L)	Mercuré (mg/L)	Cobalt (mg/L)	Chrome IV (mg/L)	Chrome (mg/L)	Fer (mg/L)
Port-Bouët	5,68	0,35	183,38	1,74	16,63	5,59	0,37	1,76	0,002	7047,9	
Treichville										0,015	0,45
Valeurs guides du MINEF (2008)	30	-	5	500	50	500	-	-	-	500	5

*HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques, MEH Matières Extractibles à l'Hexane
Source : bulletin d'analyse d'effluents liquides, CIAPOL-LCE_ 2013-2019*

2.1.4. Biodégradabilité des effluents des zones industrielles

Les rejets des différentes zones industrielles de la ville d'Abidjan ont des coefficients de biodégradabilité variant de 1,51 à 5,12 (tableau n°7).

Les effluents des zones industrielles de Port-Bouët, Treichville et Marcory ont un rapport DCO/DBO₅ > 3, ils contiennent des substances non biodégradables ou plus ou moins difficilement biodégradables. Les effluents de la zone industrielle de Koumassi ont un ratio inférieur à 2 et contiennent des substances biodégradables. Ce qui implique que les eaux lagunaires contiennent essentiellement des matières biodégradables provenant principalement des activités agroindustrielles et domestiques (B.T. J-G Irié 2018, p.231).

Tableau n° 7 : Des valeurs de biodégradabilité des rejets des différentes zones industrielles

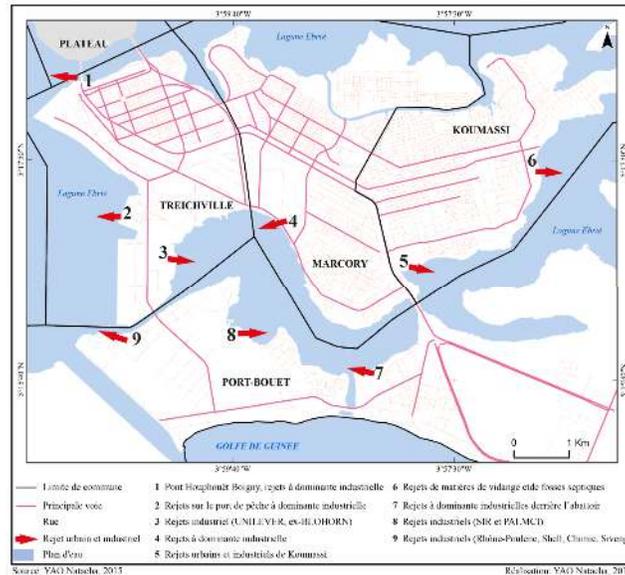
Zone industrielle	Indice de biodégradabilité
Port-Bouët	5,12
Treichville	3,77
Marcory	3,10
Koumassi	1,51

Source : bulletin d'analyse d'effluents liquides, CIAPOL-LCE_ 2013-2019

2.2. Points de rejet des industries à Abidjan Sud

Le décret N° 91-662 du 9 octobre 1991 a entraîné la création du CIAPOL (Centre Ivoirien Anti-Pollution) pour assurer la veille environnementale. Il dispose de plusieurs services dont le LCE (Laboratoire Central de l'Environnement). Il a pour mission, notamment de diligenter et de procéder si nécessaire aux analyses des échantillons d'huiles ou de produits chimiques impliqués dans des pollutions. Aussi, des analyses doivent être effectuées par le LCE avant rejet des déchets industriels. Toutefois, la demande des industries pour l'analyse des déchets au LCE est faible. 117 industries ont effectué l'analyse de leurs rejets avant déversement (CIAPOL-LCE, 2013-2019). Du coup, les rejets liquides des industries se font bien souvent de façon abusive sans traitement préalable dans les différents points de rejets urbains qui sont raccordés à la lagune Ébrié. Les déchets produits par les industries sont rejetés dans la baie sans traitement préalable (A. M. Aka 2017, p.69). En effet, le grand nombre d'habitats précaires ou bidonvilles et l'insuffisance des efforts pour accompagner les processus d'urbanisation et d'industrialisation explosive ont engendré une multiplicité de rejets urbains difficile à identifier dans la lagune Ébrié. Cependant, les principaux points de rejet sont connus à travers la carte n°2.

Carte n°2 : Les principaux points de rejet dans la lagune à Abidjan Sud



Source : Yao, 2009 p.34

E.J.E.Y. Gnagne (2017, p.52) explique que :
« La partie Ouest de la commune de Port- Bouët, constituée de la zone industrielle ne dispose pas de réseau d'assainissement. Les effluents de cette zone sont rejetés en lagune. Une bonne partie des unités industrielles de la zone de Koumassi, située sur le pourtour de la lagune Ébrié rejette directement leurs effluents dans cette lagune. Le Nord-Est et le Sud de la commune de Marcory (Anoumabo, Sans-fil, Zone 3, Zone 4 et Biétry), ne disposent pas de réseau d'assainissement. A cet effet, l'évacuation des eaux usées se fait soit par les fosses septiques, soit par les latrines, ou encore par les rejets directs dans la lagune. La partie Est de la zone industrielle de Treichville est équipée de réseaux secondaires raccordés au collecteur de base. La partie Sud ne dispose d'aucun réseau

d'assainissement, les industries de cette zone déversent directement leurs effluents dans la lagune ».

Ce canal est situé à Vridi après le pont de tri postal. Il correspond au point de rejet 9 de la carte n°2. Il reçoit les rejets industriels chimiques. C'est une eau de couleur bleu qui coule et qui est rejetée dans la lagune Ébrié (photo n°1).

Photo n°1 : Rejets industriels à Vridi



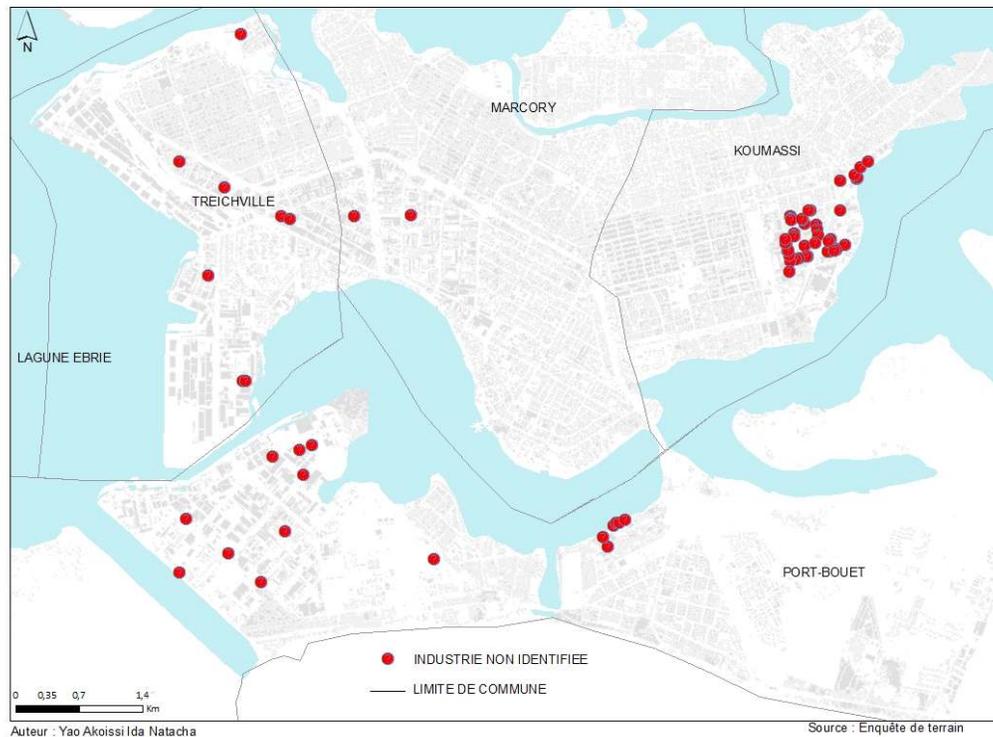
Source : vue Yao Natacha, 2016

Autour des principaux points de rejets sont situées les industries souvent non identifiées. C'est le cas dans la baie de Koumassi où ces industries ne sont pas identifiées mais rejettent leurs eaux usées dans la lagune Ébrié. Il s'agit des industries que nous n'avons pas pu identifier dans les zones industrielles illustrées à travers la carte n°3. Au cours de l'enquête de terrain, nous avons constaté qu'il y avait des activités industrielles mais nous n'avons pu obtenir des informations sur ces dernières et aucun élément n'affichait le nom de l'industrie. Cependant, c'est à Koumassi que l'on note le taux le plus élevé des industries non identifiées (46,81%).

A cause du faible effectif des inspecteurs, certaines industries n'ont jamais été inspectées tandis que d'autres, le sont régulièrement. De même, plusieurs entreprises ne déclarent pas leurs activités afin de se faire suivre et réduire les risques afférents à leurs activités. Aussi ne

perçoivent-elles pas toujours l'intérêt de se faire accompagner dans leurs activités par des structures ressources, elles ne pensent qu'au gain et non à la gestion du risque. Elles préfèrent cette clandestinité pour éviter de verser les taxes aux structures de gestion. Cette forte concentration dans la partie EST (Koumassi) s'explique par le fait que la zone industrielle de Koumassi n'appartient pas au domaine portuaire d'Abidjan. En effet, le Port Autonome d'Abidjan exerce sur les lots industriels situés dans son domaine, les prérogatives d'attribution et de gestion qui lui sont reconnues par la loi. Le port Autonome d'Abidjan reçoit les demandes de lots industriels qui lui sont adressées par les investisseurs, les instruit en interne par ses services et procède aux attributions ou aux refus motivés.

Carte n°3 : Industries non identifiées à Abidjan Sud



Source : N. Yao, 2015

2.3. Qualité physico-chimique des baies

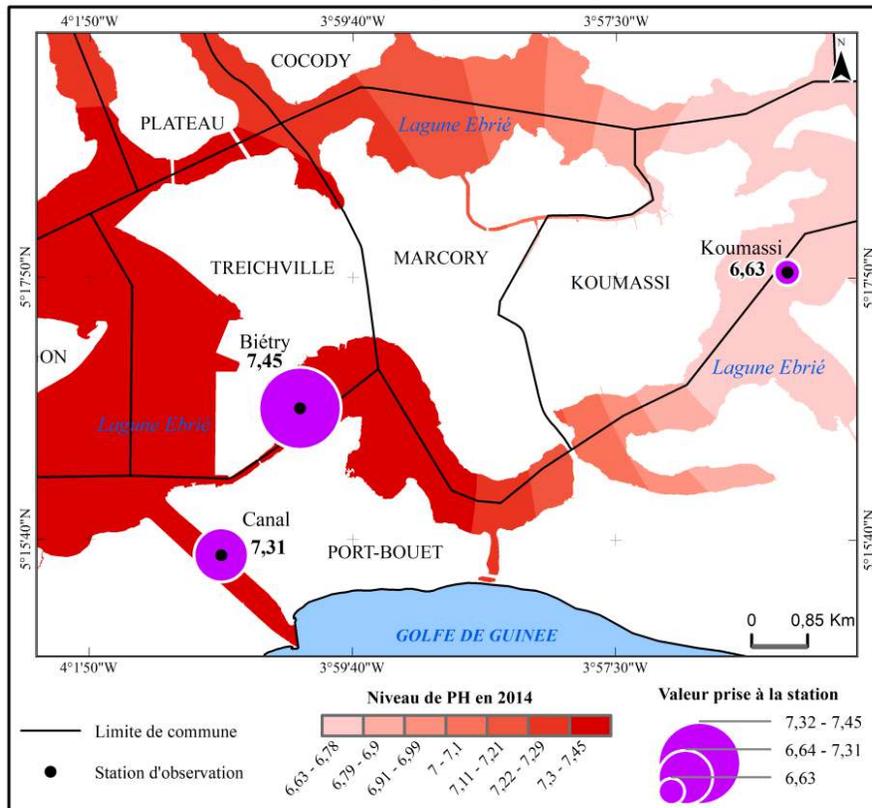
Chaque paramètre a été représenté sur une carte, les différentes couleurs montrent comment les différents paramètres se comportent dans les eaux des baies lagunaires.

2.3.1. Un pH relativement basique

La carte n° 4 présente une variation de la valeur du pH d'une baie à une autre. L'on constate un gradient croissant de la valeur du pH de la baie de Koumassi à la baie d'Abidjan. La valeur de pH la plus faible est enregistrée dans la baie de

Koumassi (6,63) et la plus élevée dans les baies d'Abidjan de Biétry et de Vridi canal (7,45). En effet, les valeurs de pH varient en fonction de l'importance des eaux marines et continentales. Les secteurs sous influence marine ont des pH supérieurs à 7 particulièrement dans la zone lagunaire d'Abidjan. Par contre, les secteurs très éloignés du canal de Vridi et donc sous influence continentale ont des valeurs de pH inférieures à 7 (G. SORO et al 2009, p.1413). Cela est dû à un renouvellement constant des eaux dans cette partie par le canal de Vridi.

Carte n°4 : Variation du pH dans l'espace lagunaire



Source: CIAPOL, 2014

Réalisation: YAO Natacha, 2016

Source : rapport d'analyse, CIAPOL-LCE_RNO_2014-2016

2.3.2. Une forte concentration de l'Ammonium dans la baie de Koumassi

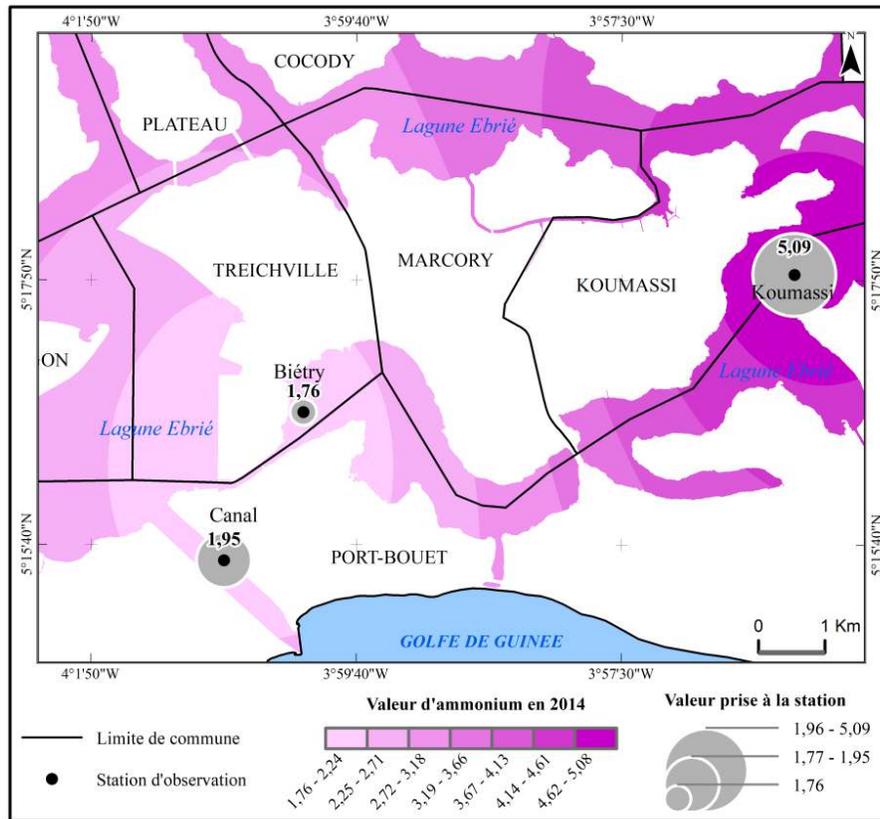
La carte n°5 présente une variation de la concentration en ammonium d'une baie à une

autre. L'on observe un gradient décroissant de la concentration en ammonium de la baie de Koumassi à la baie d'Abidjan. La forte concentration de l'ammonium (5,09 mg/L d'O₂) dans la baie de Koumassi est due à l'industrie

chimique. En effet, la zone industrielle de Koumassi dispose d'une part importante des industries chimiques (23,40%) (K. P. Anoh *et al.*, 2019, p. 25). L'ammonium est utilisé comme

engrais minéral ou organique dans l'agriculture, comme agent oxydant dans l'industrie chimique (K.M.Yao 2009, p.16).

Carte n°5 : Variation de l'ammonium dans l'espace lagunaire



Source: CIAPOL, 2014

Réalisation: YAO Natacha, 2016

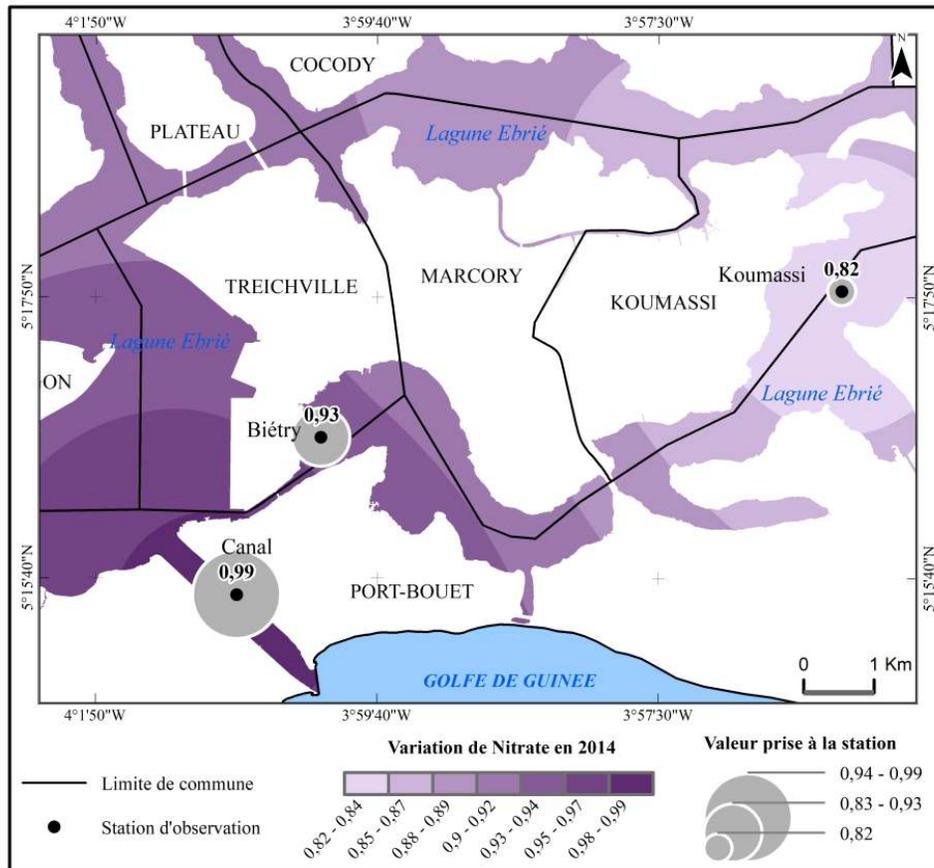
Source : rapport d'analyse, CIAPOL-LCE_RNO_2014-2016

2.3.3. Une faible teneur en Nitrate

La carte n°6 présente une variation de la concentration en nitrate d'une baie à une autre. L'on constate un gradient décroissant de la concentration de nitrate du canal de Vridi à la baie de Koumassi. En fait, La commune de Treichville concentre un taux élevé des

industries agroalimentaires (38,71%) (K. P. Anoh *et al.*, 2019, p. 25). Les nitrates sont utilisés comme agents oxydants dans l'industrie chimique et comme agents de conservation. Ils sont également utilisés dans les explosifs (K.M.Yao 2009, p.16). Cela justifie la forte concentration du nitrite dans les baies d'Abidjan, de Biétry et au canal de Vridi.

Carte n°6 : Variation du nitrate dans l'espace lagunaire



Source: CIAPOL, 2014

Réalisation: YAO Natacha, 2016

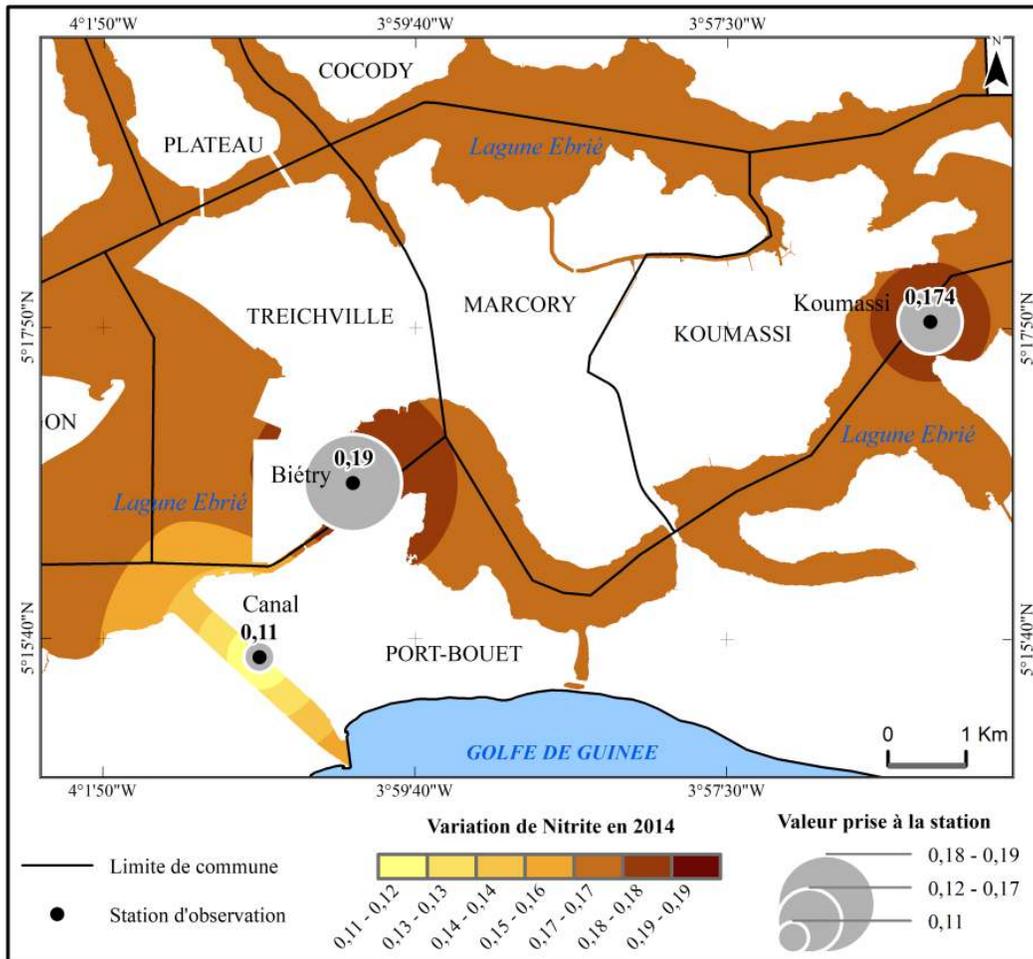
Source : rapport d'analyse, CIAPOL-LCE_RNO_2014-2016

2.3.4. De faibles teneurs en Nitrites

La carte n°7 présente une variation de la concentration en nitrite d'une baie à une autre. Les baies de Koumassi, de Biétry et d'Abidjan enregistrent les concentrations en nitrite les plus élevées. En fait, les baies d'Abidjan et de Biétry sont voisines de la commune de Treichville. De

même, la commune de Treichville concentre un taux élevé des industries agroalimentaires. Or, Les nitrites sont surtout utilisés comme agents de conservation, notamment dans les additifs alimentaires (K.M.Yao 2009, p.16). Cette raison justifie les fortes concentrations de ces baies en nitrite.

Carte n°7 : variation du nitrite dans l'espace lagunaire



Source: CIAPOL, 2014

Réalisation: YAO Natacha, 2016

Source : rapport d'analyse, CIAPOL-LCE_RNO_2014-2016

2.4. Impact de la pollution sur la santé des populations

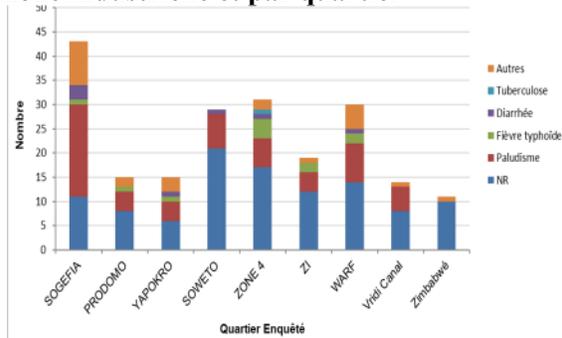
2.4.1. Enquête santé auprès des ménages dans les zones industrielles

Au cours de l'enquête, il a été constaté que les maladies les plus récurrentes sont le paludisme (57%) et la fièvre typhoïde (11%). Cependant la diarrhée est très élevée à Koumassi dans les quartiers environnants la zone industrielle (71,42%) (Graphique n°1). Dans les quartiers

Sogefiha de la zone industrielle de Koumassi et à Port-Bouët Wharf, les populations sont beaucoup exposées au paludisme. 31,3% des populations enquêtées affirment que ces maladies sont rares tandis que 24% affirment que ces maladies sont très fréquentes. Cette situation de prévalence du paludisme et de la fièvre typhoïde à Koumassi est liée à la forte concentration de l'ammonium (5,09 mg/L d'O₂) dans la baie de Koumassi. Pourtant les zones eutrophisées peuvent constituer des réservoirs de bactéries pathogènes, ce qui peut entraîner des

épidémies de choléra, fièvre typhoïde ainsi que d'autres maladies comme le paludisme et les infections respiratoires (K. M. Yao 2009, p.15).

Graphique n° 1 : Maladies contractées par zone industrielle et par quartier

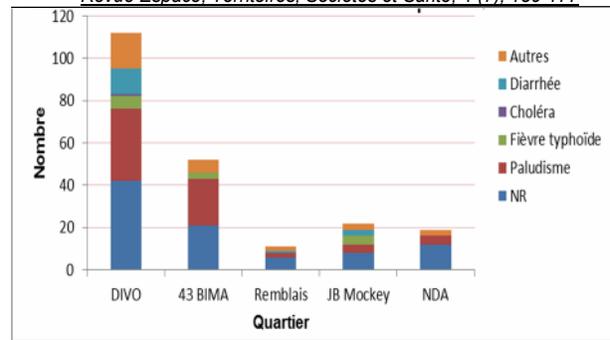


Source : YAO Natacha, enquête de terrain 2016

2.4.2. Enquête santé dans la zone témoin

On retrouve plus de paludisme (30,55%) et de fièvre typhoïde (6,02%) à Koumassi (Divo) et Port-Bouët (43e Bima) ensuite la diarrhée (7,40%). La diarrhée est très élevée à Koumassi Divo (75%) par rapport aux autres communes et 14,35% des autres maladies (Graphique n°2). Cette maladie intestinale pourrait être causée par l'utilisation de l'eau de puits comme eau de boisson. Aussi, à cela s'ajoute la mauvaise hygiène, l'approvisionnement en eau aux puisards (réceptacles du ruissellement), le manque de protection des repas. Selon les enquêtés, 41,1% affirme que la fréquence des maladies est très faible par contre, la fréquence des maladies est très élevée selon 4,7%.

Graphique n°2 : Maladies contractées dans les différents quartiers témoins



Source: YAO Natacha, enquête de terrain 2016

Au total, les populations vivant à l'intérieur et aux alentours des zones industrielles sont plus exposées au paludisme et à la fièvre typhoïde que les populations des zones témoins un peu plus éloignées des zones industrielles. Les zones les plus vulnérables au paludisme, à la fièvre typhoïde et à la diarrhée sont les zones de Koumassi et Port-Bouët à cause de la pollution des baies par les effluents liquides industriels.

3. DISCUSSION

3.1. Caractérisation des rejets industriels

Les rejets des zones industrielles étudiées ont des concentrations en DCO et DBO₅ qui varient respectivement entre 420,76 mgO₂/L et 6058,73 mgO₂/L et entre 987,04 mg O₂/L et 2130 mgO₂/L. Ces résultats sont supérieurs à ceux trouvés par K. R. Dongo et al. 2013 p. 409. Les concentrations observées sont élevées dans l'ensemble et sont au-delà des valeurs guides recommandées par l'Etat ivoirien à travers le service des inspections des installations classées (SIIC) en matière de rejets des effluents dans le milieu récepteur (Arrêté n°1164 /MINEEF/CIAPOL/SDIIC du 04 nov. 2008 portant réglementation des rejets et émissions des Installations Classées pour la protection de l'Environnement). Ces fortes concentrations pourraient s'expliquer d'une part, par le taux élevé des activités industrielles clandestines présentes dans les différentes zones industrielles et d'autre part, par le fait que ces établissements

ne disposent pas d'unités de traitement des eaux usées. Le rejet de ces effluents industriels riches en DCO et en DBO₅ implique une forte pollution organique de la lagune Ébrié. En effet, les travaux de A. E.J.E.Y. Gnagne 2017, p.156 indiquent que les rejets à la sortie des usines sont source de pollution par drainage de l'effluent dans les milieux récepteurs lagunaires et marins. Aussi, K. M. Yao 2009, p.15 explique-t-il que ceci a fortement amplifié le degré d'eutrophisation des zones à faible hydrodynamisme comme les baies.

Les rejets des différentes zones industrielles de la ville d'Abidjan ont des coefficients de biodégradabilité qui oscillent entre 1,51 à 5,12. Ces valeurs de biodégradabilité traduisent que ces effluents sont biodégradables ou non. L'indice de biodégradabilité est généralement inférieur à 2 pour les eaux usées biodégradables. Ces rejets sont fortement chargés en matières organiques mais biodégradables. Ces effluents proviennent généralement des industries agroalimentaires (B.T. J-G Irié et *al.* 2018, p.223).

Les concentrations en azote total (NT) dans les rejets industriels évoluent de 21,86 à 127,37 mg/L. la concentration la plus élevée est obtenue dans les rejets industriels de Koumassi. Cette observation est pareil que pour les MES dont les concentrations varient de 82,6 à 739,25 mg/L. Les concentrations de ces paramètres dans les rejets de Koumassi sont au-delà des valeurs guides pour le rejet des effluents dans le milieu récepteur (MINEEF 2008, p.3). Ces résultats s'expliquent par une forte proportion d'industrie à rejet organique tel que les industries agroalimentaires.

Les concentrations de phosphore des effluents des zones industrielles étudiées varient entre 6,46 et 18,76 mg/L. Les concentrations enregistrées au niveau des zones industrielles de Koumassi (17,94 mg/L) et de Port-Bouët. (18,76 mg/L) sont les plus élevées. La présence de concentration élevée de phosphore dans ces effluents est liée aux rejets de l'industrie textile que l'on rencontre beaucoup plus dans ces zones industrielles. En

effet les détergents sont utilisés lors du processus d'ennoblissement du textile qui concerne le blanchiment, la teinture, l'impression et l'apprêt du textile (R.O. Yusuff et *al.* 2004, p. 219).

Les micropolluants organiques et les éléments traces métalliques (ETM) contenus dans les effluents industriels respectent les valeurs guides en termes de rejet dans le milieu récepteur (MINEEF, 2008).

3.2. Influence des rejets industriels sur la qualité des eaux lagunaires

Les rejets des zones industrielles diffèrent d'une zone à une autre. A Port- Bouët, la valeur du pH des rejets est 6,77 à Koumassi 6,34, à Marcory 7,37 et 7,88 à Treichville. Les résultats du pH obtenus au niveau des rejets industriels sont similaires à ceux obtenus par (K. R.Dongo et *al.* 2013, p. 409). Ce dernier a trouvé des valeurs qui se situent entre (8,02 et 09,05) et a montré dans son étude que le pH des effluents industriels d'Abidjan est relativement basique. Ces valeurs sont conformes aux valeurs guides de rejets recommandés par le MINEEF (2008 p. 4). Au niveau de l'espace lagunaire, la valeur du pH varie de 6,7 dans la baie de Koumassi à 7,45 dans les baies d'Abidjan, de Biétry et de Vridi canal. Lorsqu'on observe les valeurs du pH des rejets industriels et celles de l'espace lagunaire, on constate un gradient croissant de la valeur du pH de la baie de Koumassi à la baie d'Abidjan. Cette évolution du pH serait dû aux apports extérieurs d'effluents industriels et domestiques dans la mesure où des réactions physico-chimiques et biologiques y ont lieu (B. Parinet et *al.* 2000, p.254). En effet, K. R. Dongo et *al.* (2013) et A. E.J. E.Y. Gnagne (2017) ont montré dans leurs études que les pH des effluents industriels et domestiques rejetés dans l'espace lagunaire sont relativement basiques.

Les températures des rejets des industries évoluent de 29,06°C à Treichville à 31,72°C à Koumassi. Ces températures sont en dessous des résultats trouvés par K. R. Dongo et *al.* (2013, p.409) dans son étude sur les effluents industriels. Ces valeurs de températures obtenues respectent la valeur guide de rejet dans le milieu

récepteur (MINEEF, 2008 p. 4). Selon cette norme, les températures des rejets doivent être inférieures à 40°C. Ainsi K. M. Yao 2009, p.116 souligne que :

« Au niveau de l'espace lagunaire, les températures sont inférieures à celles prélevées dans les rejets des effluents car les rejets liquides chauds ou froids d'effluents industriels peuvent localement influencer la température des eaux lagunaires ».

Ces températures sont comprises entre 27,78°C enregistrés au canal de Vridi et 28,75°C dans la baie de Koumassi.

Les concentrations en nitrites des effluents industriels évoluent de 0,08 mg/L dans la zone industrielle de Marcory à 0,24 mg/L dans la zone industrielle de Port-Bouët. Au niveau de l'espace lagunaire, les concentrations en nitrite ne suivent pas le même gradient de concentration obtenu au niveau des effluents industriels. En effet, la faible concentration a été obtenue dans la baie de Vridi (Port-Bouët) et la plus élevée dans la baie d'Abidjan (Treichville). La présence des nitrites dans ces effluents est due principalement à l'oxydation intermédiaire de l'azote (K. M. Yao 2009, p.16).

Les concentrations en nitrate des effluents industriels varient de 0,16 mg/L dans la zone industrielle de Marcory à 6,95 mg/L dans la zone industrielle de Port-Bouët. Ces concentrations sont inférieures à la valeur guide du MINEEF (2008, p. 4). Concernant l'espace lagunaire, la concentration en nitrate évolue de 0,82 mg/L à 0,99 mg/L respectivement dans les baies de Koumassi et de Biétry. Les concentrations en nitrite et en nitrate enregistrées dans l'espace lagunaire Ébrié peuvent être source d'eutrophisation de cette lagune.

Les concentrations en ammonium des effluents industriels évoluent de 4,43 mg/L dans la zone industrielle de Marcory à 95,11 mg/L dans la zone industrielle de Port-Bouët. Au niveau de l'espace lagunaire, les concentrations en ammonium oscillent de 1,76 mg/L dans la baie d'Abidjan (Treichville) et de 5,09 dans la baie de

Koumassi. Ces concentrations d'ammonium sont toxiques pour la vie aquatique.

La présence des composées azotées dans les eaux lagunaires Ébrié est essentiellement due à la dégradation de la matière organique contenue dans les effluents industriels et domestiques. P. Pottier et al (2008), A. M. Aka, (2017) confirment le rapport entre la pollution de la lagune et les rejets industriels. Pour ces auteurs, la coïncidence des points de rejet des eaux usées sans traitement en lagune et les niveaux de pollution mis en évidence montre qu'il y a un rapport certain entre ces eaux usées et la pollution constatée dans la lagune. Par conséquent, les éléments nutritifs des végétaux aquatiques apportés en partie par les effluents industriels en décomposition en milieu aquatique, confirmeraient l'origine de l'eutrophisation lagunaire par les installations classées (usines) d'Abidjan. Ce qui justifie que la lagune Ébrié est le principal réceptacle des rejets industriels. Cela est caractérisé par une prolifération intense des végétaux aquatiques à morphologie bien développée sur le plan d'eau. Même si les données concernant les paramètres organiques, métalliques et les micropolluants n'ont pas été enregistrées dans les eaux lagunaires pendant la période de collecte des données, Il est important de savoir que ces polluants chimiques sont évidemment rejetés dans la lagune par les industriels. Les industries alimentaires et textiles sont des sources dominantes de la pollution industrielle, produisant approximativement 85% du volume des déchets et 95% des charges polluantes. Pour G. Soro et al. (2009, p.1425), l'industrialisation est une des raisons de l'enrichissement des sédiments de la lagune Ébrié en métaux lourds.

3.3. Une recrudescence du paludisme et de certaines maladies hydriques suite à la pollution des baies lagunaires

Les populations vivant à l'intérieur et aux alentours des zones industrielles de Koumassi et Port-Bouët sont plus exposées au paludisme et à

la fièvre typhoïde que les populations des zones témoins. Elles sont plus vulnérables au paludisme et à la fièvre typhoïde, à la diarrhée surtout à Koumassi. Cela s'explique par la distance beaucoup plus proche des baies de Koumassi, de Biétry et du canal de Vridi. P. Pottier *et al.* (2011) explique que les baies de Biétry et de Koumassi dont les berges abritent différentes zones industrielles et les populations riveraines denses sont fortement dégradées. La pollution des baies lagunaires a un impact sur la santé des populations environnant ces baies. Ces travaux de recherche viennent confirmer les travaux de A. Adingra. *et al.* (2011), B. E. Koffi (2009) et P. Pottier *et al.* (2008). Les problèmes de santé rencontrés par les populations riveraines de la lagune Ebrié sont causés par les pratiques et affectations faites par les populations riveraines denses elles-mêmes mais aussi de l'impact des activités de la zone industrielle. Les maladies rencontrées sont pour beaucoup à support hydrique comme le paludisme, la fièvre jaune, les syndromes diarrhéiques, l'amibiase, etc (B. E. Koffi, 2009, p. 115).

Le paludisme est la maladie la plus dominante dans les zones enquêtées exposées à la pollution des eaux. Ce fort taux de paludisme serait dû à la mauvaise élimination des eaux usées et à la berge embroussaillée de la lagune qui constituent les principaux gîtes larvaires des moustiques, vecteurs du paludisme (B. E. Koffi, 2009 p.108).

Le paludisme est la première cause de consultation chez les populations riveraines de la lagune ((B. E. Koffi, p. 108). Après le paludisme viennent les maladies hydriques en forte proportion, puis le choléra et la diarrhée qui sont des maladies qui se manifestent quand les conditions d'hygiène ne sont pas totalement remplies par les populations. Ces maladies sont notamment causées par la consommation d'eau souillée et impropre (B. E. Koffi 2009, p.108)

CONCLUSION

Les effluents liquides industriels contiennent toutes sortes de polluants chimiques. Cependant, ces rejets industriels de Koumassi sont très chargés en polluants organiques biodégradables. Les effluents des zones industrielles de Port-Bouët, Treichville et Marcory contiennent des substances non biodégradables ou plus ou moins difficilement biodégradables. Ces rejets sont acheminés dans le milieu récepteur représenté par la lagune Ebrié. Or certains paramètres chimiques présents dans les baies à partir des résultats du RNO ont été identifiés dans les rejets industriels. Les concentrations de ces paramètres même diluées dans les eaux lagunaires sont susceptibles à l'image de l'azote et du phosphore de participer à l'avancement de l'eutrophisation. Ces baies eutrophisées ont une incidence sur la santé des populations. D'où le nécessité du traitement préalable des rejets industriels avant leur déversement dans les baies. Des sanctions doivent être prises et appliquées en cas de non-respect de la réglementation afin de parvenir à une gestion efficace et efficiente des effluents industriels.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AKA Ané Maurice, 2017, qualité environnementale d'un estuaire à pressions anthropiques et à forçages naturels saisonniers en lagune Ebrié (Sud - Est de la Côte d'Ivoire), thèse unique, Université Félix Houphouët Boigny.

GNAGNE Agness Essoh Jean Eudes Yves, 2017, Caractérisation des effluents drainés par le réseau d'eaux usées de la ville d'Abidjan et Prédiction des MES et de la DCO à partir de la mesure de la turbidité, thèse unique, Université Nangui Abrogoua, option : Chimie, Santé et Environnement.

Ministère de l'Economie et des Finances, 2017, La Côte d'Ivoire en chiffre, Abidjan, Dialogue Production, édition 2016.

Ministère de l'Environnement, 1996, Code de l'Environnement Loi n°96-766 du 3 octobre 1996.

Ministère de l'Environnement, 2008, Arrêté n°1164 /MINEEF/CIAPOL/SDIIC du 04 nov. 2008 portant réglementation des rejets et émissions des Installations Classées pour la protection de l'Environnement.

YAO Koffi Marcellin, 2009, Contribution à l'étude des paramètres Physico-chimiques des eaux de la lagune Ebrié dans la zone d'Abidjan (côte d'Ivoire), thèse de doctorat à l'Université de Cocody – Abidjan.

KOFFI Brou Émile, 2009, « L'environnement et la santé des populations riveraines de la lagune Ebrié », *Le Journal des Sciences Sociales*, 6, p.103-116.

ADINGRA Ama Antoinette et KOUASSI Aka Marcel, 2011, « Pollution en lagune Ebrié et ses impacts sur l'environnement et les populations riveraines », *F. Tech. & Doc. Vulg.*, p. 48-53.

ANOH Kouassi Paul, YAO-ASSAHI Akoissi Ida Natacha, 2019, « Industries et urbanisation à Abidjan sud », *Revue de Géographie, d'Aménagement Régional et de Développement des Suds (REGARDSUDS)*, 2, 2019, p. 21-33.

DONGO Koffi René, NIAMKE Bobelé Florence, ADJE Anoh Félix, BRITTON Bi Gouesse Henri, NAMA Laurent Anzan, ANOH Kouassi Paul, ADIMA Amissa Augustin et ATTA Koffi, 2003, « Impacts des effluents liquides industriels sur l'environnement urbain d'Abidjan - Côte D'Ivoire », *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 1, p.404-420.

IRIE B.T. Jean-Gaël, WOGNIN A. Valérie, KANDO A. Marie-Laure, AKA Natcha, AKA A. Maurice, COULIBALY A. Sougo, MONDE Sylvain, 2018, « Oxydables Dans Le Secteur Oriental De La Lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) », *European Scientific Journal*, 14/ 3, p.201-239.

PARINET Bernard, LHOTE Antoine, LEGUBE Bernard, GBONGUE M.A., 2000, « Étude analytique et statistique d'un système lacustre à divers processus d'eutrophisation », *Rev. Sci. Eau*, 13, p. 237-267.

POTTIER Patrick, AFFIAN Kouadio, DJAGOUA Valère, ANOH Paul, KRA Yao, KANGAH Armand, ROBIN Marc, 2008, « La lagune Ebrié à l'épreuve de la pression anthropique », *Géographie du littoral de Côte d'Ivoire, éléments de réflexion, pour une*

politique de gestion intégrée, coopération universitaire Abidjan Cocody/ Nantes France, p.165-184.

SORO Gombélé, METONGO Bernard Soro, SORO Nagnin, AHOUSI Ernest Kouassi, KOUAME Fernand Koffi., ZADE Guy Pacôme, et SORO Tanina, 2009, « Métaux lourds (Cu, Cr, Mn et Zn) dans les sédiments de surface d'une lagune tropicale africaine : cas de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) », *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 3(6), p.1408-1427.

YUSUF Rafiu Olasunkanmi, SONIBARE Jacob Ademola, 2004, Characterization of textile industries effluents in kaduna, Nigeria and pollution implications », *GlobalNEST International Journal*, 6, p. 212-221.