REVUE ESPACE TERRITOIRES SOCIETES ET SANTE

Vol. 5, No. 9, Juin. 2021, pp. 71-91 www.retssa-ci.com

POLLUTION ET RISQUES SANITAIRES AU BORD DES MANGROVES DE LA RIVIÈRE IGOUMIÉ À ALÉNAKIRI DANS LA COMMUNE D'OWENDO

POLLUTION AND HEALTH RISKS ON THE MANGROVES OF THE IGOUMIE RIVER AT ALENAKIRI IN OWENDO

[1] NDONGHAN IYANGUI Nadine Nicole, [2] OGANDAGA REBELLAH Ludmilla, [3] NGUEMA Charles Tede Wadoud Florentin, [4] DJEKI Jules, [5] MOMBO Jean Bernard.

[1] Maître-assistante CAMES, Géographie de la Santé, Département de Géographie / LAGRAC, Université Omar Bongo, Libreville (Gabon), Email: n_iyangui@yahoo.fr

[2] Chercheur associé, LAGRAC, Université Omar Bongo, Libreville (Gabon) Email : ludmillaogandagarebellah@gmail.com

[3] Chercheur associé, LAGRAC, Université Omar Bongo, Libreville (Gabon), Email : nguema.florentin@gmail.com

[4] Maitre de conférences CAMES, Géographie Urbaine, Département de Géographie / LAGRAC, Université Omar Bongo, Libreville (Gabon), Email: jules.djeki@gmail.com

[5] Professeur Titulaire CAMES, Géographie Physique et Environnementale, Département de Géographie / LAGRAC, Université Omar Bongo, Libreville (Gabon), Email: jb.mombo@yahoo.fr

NDONGHAN IYANGUI Nadine Nicole, OGANDAGA REBELLAH Ludmilla, NGUEMA Charles Tede Wadoud Florentin, DJEKI Jules et MOMBO Jean Bernard, Pollution et risques sanitaires au bord des mangroves de la rivière Igoumié à Alénakiri dans la commune d'Owendo, Revue Espace, Territoires, Sociétés et Santé 5 (9), 71-91, ,[En ligne] 2022, mis en ligne le 27/06/2022, consulté le 2022-06-27 20:43:31, URL: https://retssa-ci.com/index.php?page=detail&k=250

Résumé

L'objectif visé est d'examiner les potentiels risques sanitaires auxquels sont exposées les populations installées le long des mangroves du cours moyen de l'Igoumié à Alénakiri dans la commune d'Owendo, au sud de Libreville au Gabon. Ainsi, une collecte des coordonnées géographiques des sources de pollution, de quelques échantillons d'eau et la réalisation d'entrevues à partir d'une fiche d'enquête y ont été menées en mars 2021. Les informations collectées ont été traitées et analysées dans MS Excel et ArcGis. Elles ont permis d'identifier différentes sources de pollution dont 75,4% liées au mode de vie des populations, 15,8% aux activités d'élevage et de pêche et 8,8% aux activités industrielles. Ont été déduits les potentiels risques sanitaires biologique, toxicologique, électromagnétique et physique avec leurs zones d'accumulation du risque. De nombreux ménages y résident et seraient exposés à différentes pathologies allant de simples fièvres à divers cancers, en passant par les dermatoses, les infections des plaies, les affections gastro-intestinales ou respiratoires ou encore la fièvre typhoïde. En grande partie, ces résultats s'expliquent par l'absence d'application des

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

textes réglementaires en matière d'aménagement en particulier. Le lotissement de cette zone, une réflexion sur la relocalisation des populations situées dans les zones d'accumulation du risque lié aux activités industrielles, une plus grande rigueur dans l'application des textes de loi et règlements de la gestion urbaine et de la gouvernance environnementale aideraient à réduire les risques sanitaires. Enfin, l'évaluation des polluants potentiels identifiés aiderait à la prise de décision.
Mots clés: Pollution, Risque sanitaire, Zone d'accumulation du risque, Mangrove, Alénakiri, Owendo, Gabon.

Abstract

The aim is to examine potential health risks to which the populations living along the banks of the middle course of the Igoumie in the Alenakiri area in the city of Owendo, south of Libreville in Gabon, are exposed. Thus, a systematic collection of GPS points of pollution sources, and some water samples and the realization of interviews based on a survey guide were carried out there in March 2021. The information collected was processed and analyzed in MS Excel and ArcGis. They made it possible to identify various sources of pollution: 75.4% of which are linked to the way of life of populations, 15.8% to livestock and fishing activities and 8.8% to industrial activities. The potential biological, toxicological, electromagnetic and physical health risks with their areas of risk accumulation have been deduced. Many households are found there and would be exposed to various pathologies ranging from simple fevers, to various cancers, through dermatological problems, wound infections, gastrointestinal or respiratory pathologies or even typhoid fever. To a large extent, these results are explained by the lack of application of regulatory texts in terms of planning in particular. The subdivision of this area, a thought on the relocation of populations located in areas of accumulation of risk linked to industrial activities, greater rigor in the application of laws and regulations of urban management and environmental governance would help reduce health risks. Finally, the evaluation of the identified potential pollutants would help in decision making.
Keywords: Pollution, Health Risk, Area of Risk Accumulation, Mangrove, Alenakiri, Owendo, Gabon.

INTRODUCTION

Les écosystèmes de mangroves sont reconnus comme disposant d'une véritable capacité de séquestration du carbone (D. Donato et al., 2011, p. 294 ; A. I. Akendengué et al., 2021, p.174). Cela en fait un véritable enjeu de conservation dans le contexte des changements climatiques, et justifie de nombreux travaux relatifs aux mangroves péri-urbaines. Or, sur ces rives de zones humides à mangroves et à priori non aedificandi, les populations s'y installent de plus en plus, dans une situation d'explosion démographique incontrôlée et d'étalement urbain anarchique. Ainsi, ces écosystèmes se retrouvent dégradés (coupes et déchets divers) et menacés de déforestation (M. Okanga-Guay et al., 2019, p. 4). En outre, au Gabon, les populations y sont parfois installées à proximité des infrastructures classées pour l'environnement (ICPE) dangereuses et/ou polluantes (Décret 000543/PR/MEFEPEPN du 15 juillet 2005, fixant le régime juridique des installations classées, Article 2). Or, la concentration de ce type de sources de pollution interpelle et rend nécessaire de s'intéresser non seulement à ces pollutions, mais également aux risques sanitaires auxquels les populations sont exposées au quotidien. C'est le cas à Alénakiri, dans la commune d'Owendo, au sud de Libreville, où une centrale thermique à gaz, avec son gazoduc, jouxte une décharge municipale non contrôlée au bord des mangroves de la rivière Igoumié. L'intérêt d'un tel examen est ici d'alerter les décideurs sur les risques liés à la proximité de ces sources polluantes et, également, de produire des informations d'aide à

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

la décision pour le Ministère de l'environnement et aussi celles d'aide à la sensibilisation pour les associations et ONG.

En effet, bien que la loi reconnaisse la décharge municipale, la centrale thermique, le gazoduc et la ligne haute tension comme des ICPE, une proximité très grande existe entre ces infrastructures et les populations à Alénakiri. Même si, officiellement, il n'existe pas encore de décret délimitant les aires de sécurité de ces ICPE. De plus, ce quartier est en pleine croissance démographique, comme la majorité des quartiers de l'agglomération de Libreville. Parallèlement, les cas de maladies cardiovasculaires et des cancers au Gabon augmentent (F. Nze-Nguema et al., 1996, p. 693; E. B. Ngoungou et al., 2012, p. 81 ; S. Zoa-Assoumou et al., 2016, p. 1 ; République Gabonaise et OMS, s. d., p. 11).

Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'étude des mangroves de la rivière Igoumié, demandée au Laboratoire de Géomatique, Recherche Appliquée et Conseil (LAGRAC) de l'Université Omar Bongo (UOB) de Libreville, par la Direction Générale des Ecosystèmes Aquatiques (DGEA) du Ministère des Eaux, des Forêts, de la Mer, de l'Environnement, chargé du Plan Climat et du Plan d'Affectation des Terres. La DGEA souhaitait, entre autres, avoir une meilleure compréhension des effets de l'urbanisation sur l'environnement, afin de disposer d'informations d'aide à l'intervention à jour.

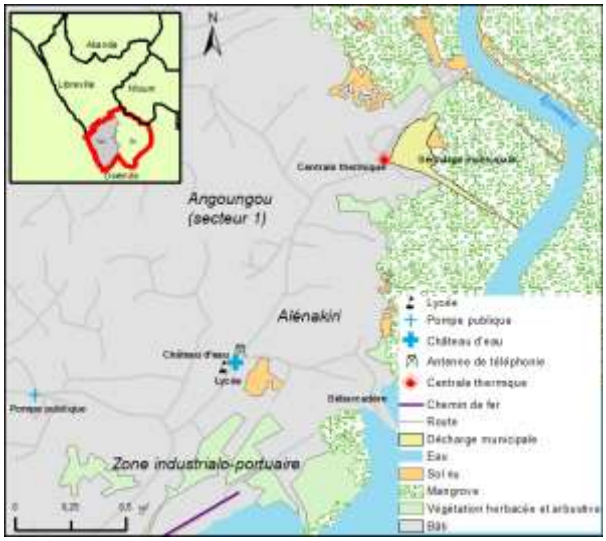
L'objectif ici est donc d'explorer les potentiels risques sanitaires auxquels sont exposées les populations au bord des mangroves du cours moyen de l'Igoumié, à Alénakiri dans la commune d'Owendo. Il s'agira, dans un premier temps d'identifier, les potentielles sources de pollution et, dans un second temps, d'en déduire les éventuels types de risques sanitaires.

1. Méthodologie

1.1. Présentation de la zone d'étude

Alénakiri est un quartier situé au sud-est du 1er arrondissement de la commune d'Owendo. Il est limité au nord-ouest et à l'ouest par le secteur 1 du quartier Angoungou, au nord-est et à l'est par le cours d'eau Igoumié, au sud par la zone industrialo-portuaire (Carte 1, ci-après).

Carte 1: Le quartier Alénakiri dans le Premier arrondissement d'Owendo



Source: Fonds de carte Institut National de Cartographie, LAGRAC et données de l'enquête de 2021

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

Sa topographie est quelque peu accidentée. Les collines et éperons (autour de 40 m) sont enserrés par les basses collines et les faibles reliefs (L. R. Essono Mbegha, 2016, p. 21). Principal cours d'eau, l'Igoumié borde le quartier dans une zone marécageuse à mangroves. Les voies de communications sont représentées par une route principale, quelques routes secondaires et des pistes (L. R. Essono Mbegha, 2016, p. 7-8).

Le climat d'Owendo est du type « tropical de transition » (A. Richard et G. Léonard, 1993, p. 97). Celui-ci est caractérisé par une saison pluvieuse de neuf mois, de septembre à mai, et une saison sèche de trois mois, de juin à août. La saison pluvieuse est plus chaude, alors que la saison sèche est plus fraîche.

Pour pallier les difficultés d'accès à l'eau potable, le quartier s'est vu doté d'une pompe publique en 1996 (Y. S. Ndongo Mombo, 2020, p. 50). Cependant, les populations localisées aux bas des pentes, le long des mangroves et dans les talwegs ont du mal à en bénéficier, car elles doivent payer le transport des bidons d'eau. Si bien qu'avec la pandémie du Covid-19, la Société d'Energie et d'Eau du Gabon (SEEG) a distribué gratuitement de l'eau, une fois par semaine, le long de la route principale.

Il n'y existe aucune structure médicale publique. Quelques structures privées peuvent être dénombrées, principalement des cabinets médicaux, aux abords de la principale voie. Le quartier est densément peuplé; ce qui justifie la faible densité du couvert végétal. Les quartiers n'étant pas délimités, le Recensement Général de la Population et du Logement (RGPL) de 2013 ne donne pas le nombre d'habitants (Direction Générale de la Statistique, 2015). Toutefois, si en 2008 le bâti couvrait environ 18,5% de la zone, ce pourcentage est passé en 2020 à 45,4% (Y. S. Ndongo Mombo, 2020, p. 49). Ce qui témoigne de la densification de la population.

Aussi, les principales activités économiques y sont représentées par la centrale thermique à gaz de production d'électricité, inaugurée le 15 Août 2013 (L. R. Essono Mbegha, 2016, p. 43), d'où part une ligne haute tension d'une part et, d'autre part, d'où arrive le gazoduc de Perenco. Y sont aussi présentes les activités connexes de la pêche (salage, fumage de poisson), et la décharge municipale mise en service depuis 2008 et gérée par l'entreprise Sanivit. Comme pour toutes les décharges à ciel ouvert, de celle d'Alénakiri émanent en surface des biogaz tels que l'anhydride carbonique ou dioxyde de carbone (CO2), le méthane (CH4), l'hydrogène sulfuré ou sulfure d'hydrogène (H2S), le dioxygène (O2) et le diazote (N2) (P. Balland et H. Legrand, 2001, p. 26; O. A. Adjiri et al., 2014, p. 6).

La centrale thermique à gaz d'Alénakiri produit et rejette dans l'air différents gaz composés d'azote (N), du dioxyde de carbone (CO2), d'argon (Ar) et, dans des teneurs moindres, les particules fines (PM), les oxydes de soufre (SOx), le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NOx) et les composés organiques volatiles (COV) (G-Ingen Consulting, 2010, p. 37). Les centrales thermiques produisent aussi des métaux lourds, parmi lesquels le mercure, dont la bio-accumulation est responsable d'impacts sanitaires et environnementaux importants, au-delà des frontières nationales (IFC, 2008, p. 8). Celle d'Alénakiri dispose de plusieurs réservoirs de fuel et des turbines (G-Ingen Consulting, 2010, p. 13). Owendo dispose de la caserne des pompiers la mieux équipée de l'agglomération de Libreville (communes d'Akanda, Libreville, Owendo et Ntoum).

1.2. Méthodes et collecte des données

Cette étude est principalement basée sur l'observation. Ainsi, les informations relatives aux sources de pollution et à la santé des populations ont été recherchées et collectées dans les zones habitées aux abords des mangroves du cours moyen de l'Igoumié, essentiellement à Alénakiri. Également, ont été localisées toutes les sources potentielles de risques identifiées sur le terrain. Quelques échantillons d'eau ont été pris dans les eaux résiduaires et puits, afin de caractériser l'eau utilisée par les populations et identifier les risques. Quatre indicateurs essentiels de la

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine domestique ou industrielle ont été ciblés : l'ammonium (NH4), les nitrates (NO3), le fer (Fe) et le dichlore (Cl2). Trois échantillons d'eaux ont été prélevés à Alénakiri.

En conséquence, les principaux outils de collecte utilisés sont : une fiche d'enquête élaborée pour relever les informations recherchées, et un GPS pour localiser les différentes sources potentielles de risques. Le modèle de GPS utilisé est l'application Android Locus Map 3.50.1, utilisable sans connexion internet. Tous les points GPS ont été sauvegardés avec une précision cartographique de moins de 5 mètres.

Des bouteilles d'eau minérale ont servi pour prélever l'eau dans trois eaux résiduaires et puits ; situés principalement sur la rive droite d'Egoumié. La limite du nombre de sites à prélever a été surtout fonction, d'une part, du temps de traitement et d'analyse des échantillons par rapport à la durée du projet et, d'autre part, de la disponibilité de la trousse des réactifs individuels et des bandelettes de Pro Aquatest Lab de JBL. Le critère principal de choix des sites à prélever a été l'utilisation des eaux résiduaires et des puits par plusieurs familles. Ainsi, chaque bouteille d'eau minérale était vidée, puis rincée plusieurs fois avec l'eau résiduaire ou du puits, avant d'y recueillir l'eau à tester.

En outre, vu qu'une partie de cette eau a été prélevée proche de la mangrove, le multi-paramètre a servi pour identifier le niveau de salinité de celle-ci, afin de la considérer comme eau douce ou marine et adapter les réactifs au type d'eau. Les réactifs individuels et les bandelettes du Pro Aquatest Lab de JBL, essentiellement des tests colorimétriques, ont permis la recherche de l'ammonium (NH4), des nitrates (NO3), du fer (Fe) et du dichlore (Cl2) dans l'eau, sur la base des valeurs limites indiquées dans le tableau 1, ci-après.

Tableau 1 : Valeurs limites des éléments chimiques testés

Éléments chimiques	Valeurs limite des eaux résiduaires (mg/l (ppm)) ($^{+}$France ; $^{++}$Gabon)
Ammonium (NH_4^+)	0,1 $^{+}$
Fer (Fe)	0,5 $^{++}$
Dichlore (CI_2)	0,05 $^{++}$
Nitrates (NO_3)	50 $^{++}$

Sources : $^{+}$ V. Danel, 2017 (cette limite concerne l'eau de consommation) ; $^{++}$ Arrêté n°198 du 28 juin 1979 portant détermination des valeurs admissibles des éléments à considérer dans l'évaluation de la pollution des eaux résiduaires et pris en considération des articles 1, 4 et 5 du décret 039/PR/MRSEPN du 10/01/1979..

1.3. Traitement et analyses des données

Deux masques de saisie ont été élaborés dans Excel pour, d'une part, les données collectées à l'aide du guide d'enquête et, d'autre part, pour les résultats des analyses colorimétriques. La vérification de la saisie a permis de corriger les erreurs liées principalement à la syntaxe.

Les bouteilles d'eau prélevées ont été ramenées au LAGRAC, où un espace d'analyses physico-chimiques de l'eau a été aménagé. Les exigences d'analyse de chacun de ces éléments, explicités dans le mode d'emploi du multi-paramètres, et de chaque réactif, ont été scrupuleusement respectées. Il en est de même de l'interprétation de chaque résultat.

Excel a permis d'analyser graphiquement les types de sources et les résultats des prélèvements d'eaux. ArcGis a servi pour la cartographie. Les zones tampons respectives autour de poubelles de 200 mètres (J. P. Silvestre et J. Vadon, 1985, p. 93 ; P. Ballan et H. Legrand, 2001, p. 7), de la décharge municipale à 500 mètres (O. A. Adjiri et al., 2019, p. 571), de 15 mètres autour des latrines, d'une zone agricole et/ou d'élevage (M. Gandji Mgbatou, 2015, p. 23), 750 mètres autour des centrales thermiques à gaz plus dangereuses que celle à fuel, au lieu de 1000 mètres

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

maximum, comme évaluée par Y. S. Ndongo Mombo (2020, p. 16) et 100 mètres autour des antennes de téléphonie mobile (Artel, 2010, p. 2 ; N. N. Ndonghan Iyangui, 2016, p. 38), servant de distance de sécurité ou d'exposition ont permis de générer des zones d'accumulation du risque potentiel. En fait, les périmètres de sécurité de la centrale utilisés pour classer les zones vulnérables autour de la centrale (< 300m, 300m - 500m, 500m - 1km, >= 1km) par Y. S. Ndongo Mombo (2020, p. 67) semblent assez intéressants, mais ils ne sont pas documentés, ni justifiés.

La limite du nombre de réactifs, et le contexte du couvre-feu exigé pour la gestion de la pandémie du Covid-19, n'ont pas été avantageux : ni pour le temps mis sur le terrain, ni pour multiplier les entrevues.

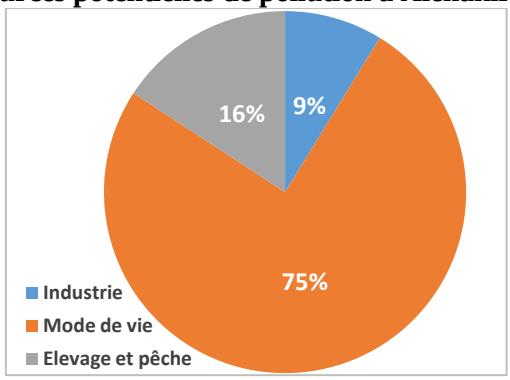
2. RESULTATS

Ainsi, 26 ménages ont accepté d'être interrogés

2.1. Source de pollution

Différentes sources de pollution ont été observées, dans les zones enquêtées à proximité des mangroves d'Igoumié à Alénakiri, liées en majorité au mode de vie (75%), aux activités d'élevage et de pêche (16%) et celles industrielles (9%) (Graphique 1, ci-après).

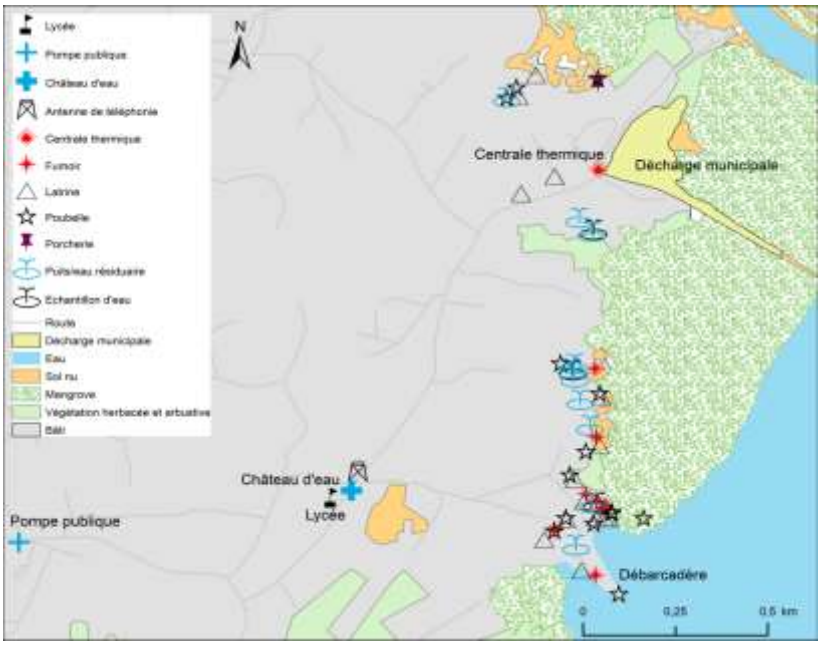
Graphique 1 : Répartition des types de sources potentielles de pollution à Alénakiri



Source : Données de l'enquête de 2021.

La répartition de ces sources dans l'espace est dense dans le sud-est de la zone d'enquête, en direction du débarcadère (Carte 2, ci-après).

Carte 1: Distribution spatiale des sources de pollution à Alénakiri



Source: Fonds de carte Institut National de Cartographie, LAGRAC et données de l'enquête de 2021

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

2.1.1. Sources de pollution liées au mode de vie

Les sources de pollution liées au mode de vie, et présentant des risques potentiels pour la santé des populations au bord des mangroves d'Igoumié à Alénakiri, sont représentées sur le plan cartographique par les latrines (29,8%) généralement sur pilotis dans la mangrove, les poubelles (28,1%) et les eaux résiduaires et de puits (17,5%) (Carte 2). Ainsi, ces sources potentielles se concentrent dans la partie sud-est le long de la mangrove. Par contre, 69,2% des ménages identifient les poubelles comme source de pollution potentielle. Tandis que 61,5% des ménages reconnaissent autant les eaux usées (non cartographiées) que les latrines aussi comme telles.

Premièrement, au bord des mangroves de l'Igoumié, dans la majorité des cas, les populations utilisent des latrines. Certaines d'entre elles se situent parfois en amont d'un puits ou d'une source d'eau résiduaire, et constituent donc des potentiels points de contamination. Aussi, 7,7% des ménages font leurs selles directement dans la mangrove qui jouxte leurs maisons. Les latrines sont construites en tôle sur pilotis (47,1%) ou en planche (35,3%), de façon précaire, dans la mangrove (Photo 1a et 1b). Les excréments se retrouvent donc, au gré des marées, dans l'Igoumié ; d'où parfois, à marée basse, l'existence d'une laisse de fèces à proximité des habitations. Toutefois, 17,6% des latrines rudimentaires sont en parpaing.

Photo 1 : Latrines en tôle sur pilotis (a) et en planches (b) et dépôt d'ordures (c) à Alénakiri au bord des mangroves

Source: prises de vue de Ndonghan Iyangui N. N., Février 2021

Deuxièmement, les populations créent des dépotoirs à côté ou derrière leurs habitations et, parfois, dans les mangroves. Les déchets se retrouvent donc, aussi, dans l'Igoumié, mobilisés au gré des marées. Ces dépôts renferment autant les déchets ménagers qu'autres, comme les épaves de pirogues, les matériaux de construction (planches, pailles et tôles), les filets, bâches, flotteurs, bidons et autres divers objets en plastique, etc. (Photo 1c).

Troisièmement, enfin, les eaux résiduaires et de puits ne représentent pas toujours une source de pollution ; mais, elles le deviennent selon leur lieu d'exploitation. En effet, leur proximité avec une source de contamination en fait un foyer de risques sanitaires, et expose ceux qui la manipulent et/ou la consomment. Aussi, le recours aux puits, ou aux eaux résiduaires, est

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

répandu à Alénakiri chez les populations proches des mangroves ; car elles sont éloignées de la pompe publique. En effet, parmi les ménages interrogés 73,1% utilisent l'eau de puits au quotidien, 11,5% puisent l'eau à la pompe publique, 7,7% ont l'eau de la SEEG, un a placé un suppresseur et se fait livrer l'eau ou recueille l'eau de pluie. Un ménage n'a pas répondu à la question. De plus, parmi les eaux résiduaires et de puits identifiées, 71% sont non sécurisés (photo 2a), sans aménagement particulier ; tandis que 29% sont très bien aménagés, et donc sécurisés (photo 2b).

Photo 2 : Types de sources d'eau à Alénakiri : eau résiduaire (a) et puits (b)

Source: prises de vue de Ndonghan Iyangui N. N., Février 2021.

Aussi, 29% sont-ils utilisés par plusieurs familles. De plus, 20% des puits/eaux résiduaires se trouvent dans le périmètre de sécurité de deux latrines, dont un dans la partie centrale de la zone d'étude et l'autre au sud-est, proche du débarcadère. Et, 90% d'entre eux sont localisés dans l'espace de sécurité des dépôts d'ordures.

Par ailleurs, l'eau des puits ou résiduaire est utilisée pour les tâches domestiques et la douche pour tous les ménages qui y ont recours ; parmi lesquels 15,8% la consomment et 63,2% la traitent. La chloration est réalisée dans 58% des ménages utilisant l'eau des puits ou résiduaire. Sauf que le dosage de l'eau de javel reste subjectif.

2.1.2. Sources de pollution liées aux activités d'élevage et de pêche

Dans la zone des pêcheurs, les activités d'élevage et de pêche sont représentées par une porcherie (1,8%) et les fumoirs (14,3%). Ces fumoirs se situent majoritairement du côté du débarcadère, à proximité de la mangrove et des habitations (Carte 2). Parmi eux 87,5% sont à ciel ouvert (Photo 3a, ci-après), et 12,5% dans des cuisines (Photo 3b, ci-après).

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

Photo 3 : Fumoirs à ciel ouvert (a) et dans une cuisine (b) à Alénakiri

Source: prise de vue de Ogandaga Rebellah L., Février 2021.

Les enfants y ont accès et, parfois, participent aux activités de fumage. Celui-ci concerne surtout le poisson et les crevettes, lesquels sont vendus dans la quasi-totalité des cas. Le fumage est effectué presque essentiellement par les femmes, avec le bois de la mangrove et les rebuts de menuiserie. Les femmes et les enfants sont donc les plus exposés à la fumée issue du fumage. Par ailleurs, 26,9% des ménages considèrent les fumoirs comme une source potentielle de pollution.

La porcherie identifiée, construite sur pilotis, est située au nord de la zone enquêtée. Ainsi, les excréments des porcs se déversent aisément dans l'Igoumié, avec pour conséquences sa pollution et les risques sanitaires. Aucune famille n'a identifié la porcherie comme source potentielle de pollution.

2.1.3. Sources de pollution liées aux activités industrielles

Les activités industrielles potentiellement polluantes sont représentées par une ligne à haute tension, une centrale thermique à gaz et son gazoduc, la décharge municipale de la commune d'Owendo et une antenne de téléphonie mobile, chacune représentant 1,8% des sources identifiées sur le terrain. Cependant, seules la centrale thermique, la décharge et la ligne à haute tension ont été déclarées polluantes par les ménages; respectivement 30,8% pour la première et autant pour la seconde, mais 26,9% pour la dernière.

La ligne à haute tension et le gazoduc n'ont pas pu être cartographiés. La décharge municipale, la centrale thermique à gaz et les populations sont voisines (Carte 2). Dans son espace de sécurité se trouvent 80% des puits/eaux résiduaires. Même si aucune mesure n'a été prise, ces activités industrielles sont reconnues comme étant polluantes, tout comme la décharge d'ordures. Toutes les particules issues de cette décharge et de la centrale thermique se retrouvent donc dans l'air et sont inhalées par les populations. En plus, au-delà de l'inhalation, les particules et autres substances toxiques se déposent également sur les arbres fruitiers et donc sur les fruits, mais aussi sur l'eau des puits et eaux résiduaires non protégées, les contaminant facilement et exposant ceux qui les consomment diversement. A cet effet, 20% des puits/eaux résiduaires sont dans l'espace de sécurité de la décharge.

Aussi, en référence à l'orientation de la décharge vers l'Igoumié, ce cours d'eau reçoit les déchets de la décharge. Les infiltrations dans le sol des

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

polluants issus de la décharge sont à prendre en considération. Cette dernière, accessible en contre bas, du côté des mangroves, sert de lieux de collecte d'objets variés pour quelques enfants du quartier. Ils s'exposent donc directement aux nuisances diverses. En outre, 25% des familles ayant identifié la décharge comme source potentielle de pollution mettent l'accent sur le bruit des camions et autres engins provenant de celle-ci. Émanent de la décharge des odeurs d'hydrogène sulfuré, gaz inflammable, nauséabond et toxique et, aussi, toutes les autres substances toxiques émises sur ce genre de site. Elles sont inhalées par les riverains dont 7,7% des ménages disent être pollués par l'odeur de gaz.

L'antenne de téléphonie mobile est assez éloignée des populations riveraines de la mangrove. Cependant, elle reste située au milieu de leurs activités et en face d'un établissement d'enseignement secondaire.

Les ménages, qui se plaignent de la centrale thermique, n'ont pas conscience des potentiels effets à terme sur leur santé des dépôts de particules fines dans l'environnement. En outre, la proximité du gazoduc, des combustibles stockés à la centrale et du sulfure d'hydrogène très inflammable, potentiellement produit par la décharge, constituent des sources de dangers d'incendies et d'explosions, qui sont sources de nuisances olfactives, entre autres, par les fumées émises.

2.2 Identification des risques sanitaires potentiels

Sur la base des sources identifiées relatives au mode de vie, aux activités liées à la pêche et à l'élevage et à celles industrielles, et au respect ou non des distances de sécurité entre ces dernières et les populations, trois catégories de risques sanitaires potentiels en découlent : biologique, toxicologique et autres.

2.2.1. Risque biologique

Le risque biologique se définit comme l'exposition aux agents biologiques dont les bactéries, les virus, les moisissures et les parasites. Ce risque est présent dans le sol, l'air, les déchets, les poussières ou l'eau contaminée (CSN, 2014, p.1). La pollution potentielle des eaux résiduaires, des puits et de l'Igoumié par les poubelles, les excréments humains et animaux et, également, la proximité de la décharge municipale et de la porcherie par rapport aux habitations présentent un risque biologique non négligeable pour les populations.

Ainsi, source de péril fécal, l'accumulation des déjections humaines et animales dans l'Igoumié demeure un risque à travers les coliformes et streptocoques fécaux. Les infiltrations, de celles-ci, dans la nappe phréatique sont à considérer.

Pour chaque échantillon d'eau analysée, les valeurs des paramètres mesurés témoignent d'une contamination diversifiée, avec un dépassement des normes nationale et internationale (Tableau 2, ci-après). Ainsi, les trois échantillons prélevés démontrent que ces eaux ne doivent pas être consommées.

Tableau 1 : Caractéristiques des échantillons d'eau prélevée à Alénakiri

Eléments chimiques	Valeurs limite des eaux résiduaires (mg/l (ppm)) ($^{+}$France ; $^{++}$Gabon)	Cours moyen d'Igoumié		
		IC1	IC2	IC3
Ammonium (NH_4^+)	0,1^{+}	0,1	< 0,05	**1,5**
Fer (Fe)	0,5 $^{++}$	**0,6**	< 0,02	0,05
Dichlore (CI_2)	0,05 $^{++}$	**0,8**	0	**0,8**
Nitrates (NO_3)	50 $^{++}$	10	**100**	**100**

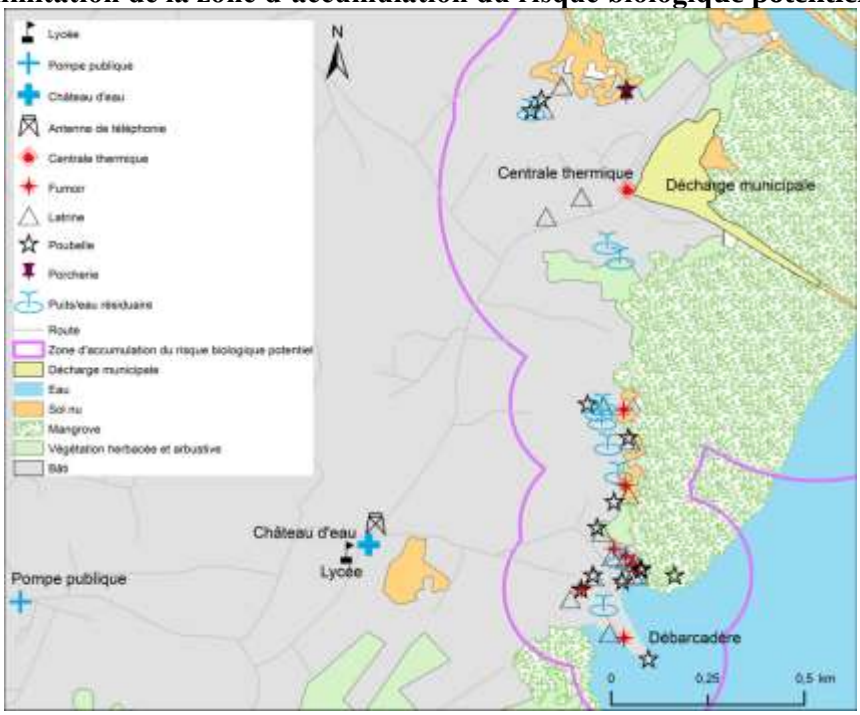
Sources : $^{+}$ V. Danel, 2017 (cette limite concerne l'eau de consommation) ; $^{++}$ Arrêté n°198 du 28 juin 1979 portant détermination des valeurs admissibles des éléments à considérer dans l'évaluation de la pollution des eaux résiduaires et pris en considération des articles 1, 4 et 5 du décret 039/PR/MRSEPN du 10/01/1979.

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

En effet, dans le premier puits, les nitrates sont en-dessous de la norme, l'ammonium est à la limite ; tandis que le fer et le dichlore dépassent les normes. Dans le deuxième puits, il n'y a que les nitrates qui sont au-dessus de la norme. Le troisième échantillon a été prélevé dans une eau résiduaire dans laquelle le fer est bien en-dessous de la valeur limite ; tandis que l'ammonium, le dichlore et les nitrates dépassent leurs normes respectives (Tableau 2). Ces valeurs au-dessus des normes en font des eaux non potables.

En outre, la délimitation de la zone d'accumulation du risque biologique potentiel inclut-elle toute la rive droite du cours moyen de l'Igoumié à Alénakiri (Carte 3, ci-après). Seul un bosquet de mangrove en est exclu. Tous les puits/eaux résiduaires identifiés font partie de cette zone d'accumulation du risque biologique potentiel.

Carte 2: Délimitation de la zone d'accumulation du risque biologique potentiel à Alénakiri



Source: Fonds de carte Institut National de Cartographie, LAGRAC et données de l'enquête de 2021.

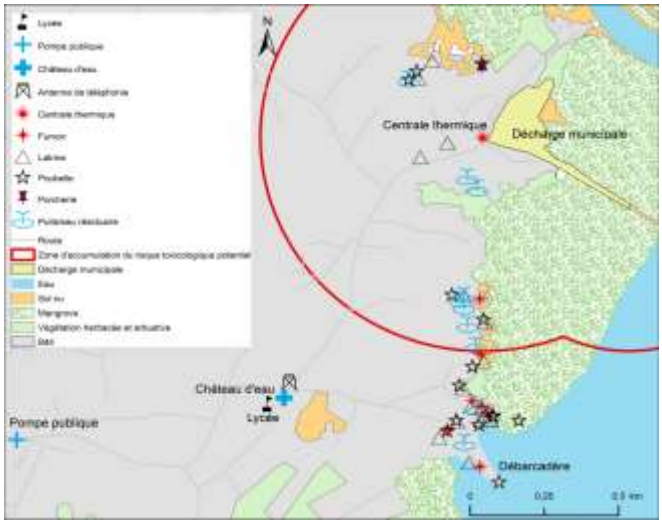
2.2.2. Risque toxicologique

La pollution, dont la centrale thermique, la décharge d'ordures et les fumoirs sont à l'origine, a une caractéristique toxicologique. En effet, diverses substances toxiques émanent de ces sources et contaminent par conséquent le milieu (l'air extérieur et intérieur, l'eau, les sols et les aliments).

L'examen cartographique des distances de sécurité, principalement pour la centrale thermique et la décharge, en l'absence des valeurs pour les points de fumage de poisson, démontre que la zone d'accumulation du risque toxicologique potentiel concerne une plus grande partie de la zone habitée (côté Est), et même la majorité des mangroves de la zone enquêtée (Carte 4, ci-après). Le Sud de cette zone, au niveau du débarcadère est exclu, avec les deux puits/eaux résiduaires qui y sont.

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

Carte 3: Délimitation de la zone d'accumulation du risque toxicologique potentiel à Alénakiri

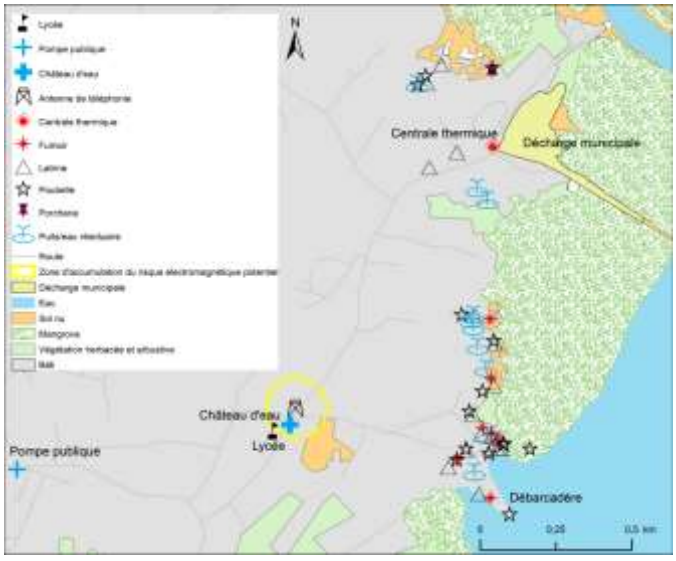


Source: Fonds de carte Institut National de Cartographie, LAGRAC et données de l'enquête de 2021.

2.2.3. Autres risques potentiels importants

La présence d'une ligne à haute tension et d'une antenne de téléphonie mobile caractérise la pollution électromagnétique potentielle. La zone d'accumulation de ce risque potentiel n'a été délimitée que pour l'antenne de téléphonie mobile, en l'absence de la cartographie de la ligne haute tension (Carte 5, ci-après). Cet espace d'accumulation est assez éloigné des populations riveraines des mangroves de l'Igoumié. Cependant, il intègre de nombreux domiciles et est à la limite d'un établissement secondaire.

Carte 4: Délimitation de la zone partielle d'accumulation du risque électromagnétique potentiel à Alénakiri



Source: Fonds de carte Institut National de Cartographie, LAGRAC et données de l'enquête de 2021.

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

La proximité de la centrale thermique, son gazoduc avec ses réservoirs de combustibles, et de la décharge municipale produisant du sulfure d'hydrogène, gaz inflammable, est un véritable risque permanent d'incendies et d'explosions. Or, aucun îlot de forêt n'existe entre ces deux infrastructures et les populations, qui s'exposent donc, entre autres, à un risque physique de brûlures et de mort (Carte 5).

2.2.4. Santé des populations

Sur la base des déclarations des ménages, les problèmes de santé varient quelque peu selon les tranches d'âges. En effet, le paludisme (46,2%), la grippe (19,2%), la fièvre (15,4%) et la diarrhée (11,5%) affectent principalement les moins de 5 ans. Cependant, il y a aussi 3,8% des ménages qui déclarent les infections pulmonaires, le prurit et les vers intestinaux. Dans la tranche d'âges de 5 ans à 15 ans, le paludisme (46,2%), la grippe (34,6%), les maux de tête (11,5%) et la fièvre (7,7%) sont récurrents. A ces affections, il faut ajouter les vers intestinaux, la toux et le prurit, chacun dans 3,8% des ménages. Chez les personnes de 16 ans à 60 ans le paludisme (50%), la fièvre (15,4%), la grippe (11,5%) et les maux de tête (7,7%) sont majoritaires. Il faut également compter 3,8% de ménages déclarant les étouffements, la conjonctivite et les maux oculaires, et les rhumatismes. Pour les personnes plus âgées les ménages déclarent les rhumatismes (11,5%), la grippe et les étouffements pour 7,7% chacun de ces problèmes de santé et le paludisme (3,8%).

3. DISCUSSION

Dans un monde en perpétuelles mutations, la prise de conscience des risques sanitaires liés aux activités humaines dans les pays en développement varie selon les pays. Pourtant, ces risques sanitaires sont de plus en plus variés et cumulés. Des normes sont mises en place, afin de réduire ces expositions. Cependant, les enjeux financiers pour la plupart, mais également les faibles communication et diffusion des informations relatives à ces risques sanitaires aux populations se matérialisent, sur le terrain, par le non-respect de ces normes. Pourtant, l'examen des différentes expositions aux risques sanitaires est essentiel dans le processus de prise de décision pour informer les populations, mais aussi réduire les expositions et améliorer leur santé à long terme.

Le Code de l'environnement au Gabon reconnaît depuis 1993 les décharges d'ordures, les centrales thermiques, les gazoducs, les lignes haute tension et les antennes de téléphonie mobile comme des installations classées pour l'environnement (ancienne Loi 16/93 relative à la Protection et à l'Amélioration de l'environnement en République Gabonaise, p. 8; Décret 000543/PR/MEFEPEPN du 15 juillet 2005, fixant le régime juridique des installations classées). Mais, les décrets définissant les distances de sécurité respectives sont toujours attendus. Il en est de même pour les valeurs des éléments à considérer dans l'évaluation de la pollution de l'air, les nuisances auditives et olfactives. Pourtant la nouvelle loi 007/2014 relative à la Protection de l'environnement en République Gabonaise fait mention du principe de précaution : «l'absence de certitudes scientifiques ou techniques ne doit pas retarder l'adoption de mesures nécessaires à prévenir un risque de dommages graves ou irréversibles à l'environnement ou la santé.» (p. 7). Ce vide juridique ne doit pas suffire pour justifier les contradictions spatiales remarquées dans l'implantation des installations classées, comme c'est le cas à Alénakiri, dans la commune d'Owendo.

Toutefois, l'étude d'impact environnemental de cette centrale thermique décrivait déjà la zone d'influence directe de la centrale sans la délimiter dans l'espace, et n'a pas fait mention de

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

la décharge pourtant déjà existante, mais plutôt d'une ancienne dynamiterie de l'armée gabonaise «abandonnée et désaffectée» à une centaine de mètres du site choisi (G-Ingen Consulting, 2010, p. 10). Or, la décharge a été inaugurée en 2008 et l'étude d'impact réalisée en 2010. En plus, l'image satellite utilisée pour identifier le site de la future centrale n'est pas datée.

Cela dit, la littérature abonde décrivant les centrales thermiques à gaz (IFC, 2008, p.8; Y. S. Ndongo Mombo, 2020, p. 47), les lignes haute tension (N. Cherry, 2001, p. 11; G. Draper et al., 2005, p. 1), les décharges d'ordures (O. A. Adjiri et al., 2014, p. 2; O. A. Adjiri et al., 2015, p. 980; Ghana Health Services et al., 2016, p. 37; S. V. J. Asseko, 2017, p. 36), les sites de fumage de poisson (U. Y. Monney et al., 2021, p. 2341-2), les latrines (Y. H. B. Nguendo et al., 2008, p. 6), les porcheries (M. Lafeffière et al., 1995, p. 1), les poubelles (C. V. Santsa Nguefak et R. Ndjouenkeu, 2018, p. 98), les puits/eaux résiduaires polluées (J. Zerhouni et al., 2015, p. 100; E. K. Tchouongsi et al., 2020, p. 115) et les antennes de téléphonie mobile (A. Drici, 2014, p. 22). comme des sources de pollutions diverses. Ces sources de contamination sont circonscrites dans des espaces d'accumulation du risque potentiel définis par la conjonction de risques sanitaires éventuels, qui peuvent être la cause de problèmes de santé tels que les infections des plaies, les affections respiratoires ou gastro-intestinales (diarrhées, vomissements, nausées, etc.), les dermatoses, les allergies, la fièvre typhoïde, les dysenteries amibiennes ou encore les démangeaisons comme à Dschang au Cameroun (C. V. Santsa Nguefak et R. Ndjouenkeu, 2018, p.103).

Plusieurs des problèmes de santé déclarés par les populations, comme le paludisme, la grippe, les fièvres, les maux de tête, la toux, les étouffements, les diarrhées, le prurit, les infections pulmonaires, les conjonctivites et autres maux des yeux, trouvent bien leurs justifications dans le contexte d'Alénakiri. En effet, la centrale produit les oxydes d'azote (NOx), qui ont déjà été mis en relation avec les problèmes respiratoires, asthmatiques, et une augmentation de la sensibilité des bronches aux infections microbiennes chez les enfants (Le Figaro s. d. ; Y. L. Guo et al., 1999, p. 1003 ; N. Manisalidis et al., 2020., p. 6). Ces derniers, en plus des personnes âgées, des asthmatiques et celles présentant une insuffisance respiratoire, sont particulièrement sensibles à cette pollution (Le Figaro, s. d.). Les vers intestinaux et les diarrhées sont liés à la mauvaise qualité de l'eau (E. K. Tchouongsi et al., 2020, p. 121). Enfin, l'accumulation des déjections humaines et animales dans les cours d'eau devrait faire dépasser les limites des coliformes fécaux et totaux, eschérichia coli, et streptocoques fécaux, comme cela a été récemment démontré dans le bassin versant de Batavéa à Libreville (Nguema, 2021, p. 76). Ainsi, les baignades des enfants dans ces eaux souillées sont donc très dangereuses pour la santé. Dans une certaine mesure, elles pourraient expliquer les diarrhées et aussi la gale. Plus généralement, ces problèmes de santé peuvent autant être justifiés par l'insalubrité, qui dégrade le paysage et souille ou contamine les mangroves environnantes et, également, de façon indirecte les populations. En aval d'Igoumié à Alénakiri, le débarcadère, en amont duquel résident majoritairement les pécheurs, est un espace particulièrement insalubre par l'accumulation de différentes sources de risques potentiels pour la santé. Enfin, la présence quasi permanente de l'eau peut légitimer celle de l'anophèle, et, donc, la fréquence des crises de paludisme dans toutes les tranches d'âges.

Par ailleurs, l'odeur d'œufs pourris, qui signale la présence du sulfure d'hydrogène à la décharge, peut être responsable de la paralysie du nerf olfactif dès que la concentration atteint 50 à 150 ppm; l'œdème pulmonaire peut survenir à une concentration de 300 ppm, et une perte de conscience rapide peut être provoquée par une concentration de plus de 500 ppm (Nantel, 1997).

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

En outre, l'exposition au mercure, même à faibles doses, nuit à la santé et constitue donc une menace pour le développement de l'enfant in utero et à un âge précoce (OMS, 2017, p. 1). Il peut avoir des effets toxiques sur les systèmes nerveux, digestif et immunitaire, et sur les poumons, les reins, la peau et les yeux (OMS, 2017, p. 1). C'est à peu près le cas du dioxyde de soufre, un gaz toxique qui provoque de graves brûlures de la peau et de graves lésions aux yeux (INRS, 2006, p. 4). Il peut également affecter le système respiratoire par l'irritation et l'inflammation des voies respiratoires (Gouvernement du Canada, CCHST, 2017, p. 1).

Aussi, selon l'OMS, plus de 90% des décès dus à la pollution de l'air se produisent dans des pays à revenu faible ou intermédiaire d'Asie et d'Afrique principalement (WHO, 2018, p. 1). La majorité de ces décès est associée à des particules fines de moins de 2,5 µm de largeur (PM2,5), qui pénètrent plus profondément dans les poumons (WHO, 2018, p. 1). Or, des décharges d'ordures, des centrales thermiques ainsi que des fumoirs émanent ces particules, en plus des gaz à effet de serre pour les deux premières sources. Dans un contexte de lutte contre les changements climatiques, ces paramètres doivent être bien évalués pour ajuster les politiques concernées. De plus, plusieurs publications, dont celles de l'OMS et de l'Agence Américaine pour la Protection Environnementale, ont démontré que l'exposition à long terme à la pollution de l'air ambiant augmente la mortalité et la morbidité des maladies cardiovasculaires et respiratoires, du cancer des poumons et réduit l'espérance de vie (A. J. Cohen et al., 2017, p. 1908 ; L. Samek et al., 2017, p. 289). Aussi, les cancers sont-ils de plus en plus fréquents au Gabon (F. Nze-Nguema et al., 1996, p. 693; S. Zoa-Assoumou et al., 2016, p. 1; République Gabonaise et OMS, s. d., p. 11,).

En ce qui concerne la pollution électromagnétique, depuis le début des années 2000, certains effets sur la santé du champ électromagnétique des lignes à haute tension ont été identifiés, parmi lesquels l'augmentation possible de maladies neuro-dégénératives (maladie d'Alzheimer) chez les personnes habitant à proximité des lignes à haute tension ou exposées dans le cadre de leur profession et un très léger risque de leucémie chez l'enfant (G. Kulkarni et W. Z. Gandhare, 2012, p. 28 ; A. Drici, 2014, p. 50, 77). Il est aussi fait état de dépressions, de troubles cardiovasculaires, d'autres cancers infantiles ou encore de modifications immunologiques (A. Drici, 2014, p. 24, 50). Or, les maladies cardiovasculaires sont en nette progression au Gabon (E. B. Ngoungou et al., 2012, p. 81; République Gabonaise et OMS, n. d., p. 11,).

L'ammonium est le produit de la minéralisation par les bactéries de l'azote, dont les engrais, les eaux usées, les déjections humaines et animales, les déchets animaux, les engrais verts et les résidus de plantes font partie de ses sources anthropiques (M. Koné et al., 2009, p. 9; M. Lagnika et al., 2014, p. 6893; C. V. Santsa Nguefak et al., à paraître, p. 1). Il est également un indicateur de la pollution par les rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel (M. Koné et al., 2009, p. 9). Or, les eaux usées coulent en amont du puits échantillonné proche de la décharge municipale, et dont la valeur est à la limite. Par contre, le dernier échantillon a été collecté dans une eau résiduaire, en aval des latrines et d'une poubelle. Ces deux sources pourraient donc justifier en partie la valeur au-dessus de la norme de l'ammonium. En plus, comme la majorité de ces puits et eaux résiduaires, celui-ci subit la chloration par l'eau de javel. L'oxydation incomplète par le chlore peut aussi expliquer cette valeur élevée (S. Guergazi et S. Achour, 2004, p. 126).

Quant au dichlore, ce gaz, essentiellement d'origine industrielle, est extrêmement toxique

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

(L'Élémentarium, s. d.). Les valeurs élevées de dichlore pourraient être expliquées par le surdosage d'eau de javel, qui peut mener à long terme à des effets mutagènes et cancérigènes (S. Guergazi et S. Achour, 2004, p. 127).

Le fer n'est pas toxique en soi. Cependant, sa teneur élevée dans l'eau peut enlever les désinfectants comme le chlore et permettre aux bactéries nocives de se développer. Cela inclut des bactéries comme la légionnelle, responsable de la maladie du légionnaire (Luminultra Equipe, 2016).

Comme le fer, les nitrates ne sont pas toxiques en soient, mais ils indiquent l'apport d'engrais azotés et des rejets humains (P. Payment et P. Hartemann, 1998, p. 206). Néanmoins, lorsqu'ils sont consommés, ils peuvent évoluer en nitrites, puis en nitrosamines toxiques et être cancérigènes (A. Lamribah et al., 2013, p. 88). Des valeurs de 100 mg/l pour les nitrates ont été observées dans l'eau de deux échantillons parfois consommée par plusieurs familles. Or, la norme OMS et Gabon de 50 mg/l est bien dépassée. Avec de telles valeurs, l'eau de ces puits ne doit aucunement être consommée. En amont du deuxième puits, des herbicides sont généralement utilisés et des latrines existent autour.

Afin de mieux documenter la pollution dans cette zone, des études d'évaluation des paramètres de pollution sont à effectuer. Néanmoins, pour réduire les risques, les décideurs devraient penser à délocaliser les populations situées dans les zones de sécurité les plus dangereuses pour la santé humaine. Par ailleurs, la proximité des zones de sécurité de la centrale thermique, du pipeline et de la décharge avec les populations rend nécessaire de combler le vide juridique sur les distances de sécurité de chacune de ces installations classées pour l'environnement.

CONCLUSION

Il est bien évident que les populations au bord des mangroves de la rivière Igoumié sont exposées à différents types de risques pour leur santé. L'espace global d'accumulation du risque potentiel indique bien que des populations et/ou des activités sont mal positionnées les unes par rapport aux autres, par manque de rigueur dans l'application des textes réglementaires. Les décisions doivent donc être prises pour éviter les catastrophes et réduire les risques. Les paramètres des eaux résiduaires et des puits ici évalués devraient faire l'objet d'un suivi, en plus d'autres liés aux métaux lourds, aux particules fines et aux gaz, pour vérifier les hypothèses émises relatives aux émanations des sources identifiées. Des campagnes d'information ou sensibilisation, d'éducation et communication, par exemple sur la méthode de chloration de l'eau par l'eau de javel, sur la bonne gestion des ordures et des latrines devraient être organisées. Ces problèmes analysés, de santé publique et de protection du cadre environnemental de vie, trouveraient aussi des solutions adéquates avec le lotissement attendu de cette partie de la commune d'Owendo et, entre autres effets positifs, l'adduction en eau potable.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements sont adressés à la Direction Générale des Ecosystèmes Aquatiques (DGEA) du Ministère des Eaux, des Forêts, de la Mer, de l'Environnement, chargé du Plan Climat et du Plan d'Affectation des Terres, pour le financement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADJIRI Adjiri Oi, LACINÉ Goné Droh, NAGNIN Soro, KOUAMÉ KOUAMÉ Victor, et BIÉMI Jean, 2014, « Caractérisation du biogaz de la décharge d'Akouédo (Abidjan, Côte d'Ivoire) : influence des saisons sur le potentiel d'émanation naturelle », Pollution atmosphérique, 223, p. 1-11.

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

https://doi.org/10.4267/pollution-atmospherique.5364.

ADJIRI Oi Adjiri, MAFOU Combo Kouassi, et KONAN Pascal Kouamé, 2015, « Impact de la décharge d'Akouédo (Abidjan - Côte d'Ivoire) sur les populations: étude socio-économique et environnementale », International Journal of Innovation and Applied Studies, 13, 4, p. 979-989.

ADJIRI Adjiri Oi, AKA ANY-GRAH Sandrine, KOUAMÉ KOUAMÉ Victor, KPOROU KOUASSI Elisée, et BIÉMI Jean, 2019, « Risques toxicologiques de la cohabitation avec une décharge : cas d'Akouédo en Côte d'Ivoire », Santé Publique, 31, 4, p. 567-579. https://doi.org/10.3917/spub.194.0567.

AKENDENGUE AKEN Igor, OKANGA-GUAY Marjolaine, ONDO ASSOUMOU Emmanuel, AJONINA Gordon Nwutih, et MOMBO Jean-Bernard, 2021, « Local Allometric Equations for Estimating Above-Ground Biomass (AGB) of Mangroves (Rhizophora Spp. and Avicennia Germinans) from the Komo, Mondah and Rio Mouni Estuaries in Gabon », European Scientific Journal ESJ, 17, 34, p. 172-189. https://doi.org/10.19044/esj.2021.v17n34p172.

Arrêté n°198 du 28 juin 1979 portant détermination des valeurs admissibles des éléments à considérer dans l'évaluation de la pollution des eaux résiduaires et pris en considération des articles 1, 4 et 5 du décret 039/PR/MRSEPN du 10/01/1979

ARTEL, 2010, Arrêté n°025/MCPEN/CAB/2010 relatif à la réglementation de l'implantation des stations radioélectriques en République Gabonaise.

ASSEKO Sigride Vencesla Jenniska, 2017, Seasonal variations of air quality in Gabon: Case studies of Libreville and Franceville, Eugene, Department of International Studies and the Graduate School of the University of Oregon.

BALLAND Pierre et LEGRAND Henri, 2001, Les risques engendrés par la Décharge de Crégy-lesMeaux (77) et les dispositions de précaution à envisager, Rapport de l'Inspection Générale de l'Environnement, Paris.

CHERRY Neil, 2001, Evidence That Electromagnetic Fields from High Voltage Powerlines and in Buildings, Are Hazardous to Human Health, Especially to Young Children, Department of Human Sciences Lincoln University.

COHEN Aaron J, BRAUER Michael, BURNETT Richard, ANDERSON H Ross, FROSTAD Joseph, ESTEP Kara, BALAKRISHNAN Kalpana, et al., 2017, « Estimates and 25-Year Trends of the Global Burden of Disease Attributable to Ambient Air Pollution: An Analysis of Data from the Global Burden of Diseases Study 2015 ». The Lancet, 389, 10082, p. 1907 18. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6.

Confédération des Syndicats Nationaux (CSN), 2014, « Portail de formation en santé et sécurité au travail – Qu'est-ce qu'un risque biologique? », https://formationsst.csn.info/risques-biologiques/quest-ce-quun-risque-biologique/.

DANEL Vincent (sous la direction), 2017, « Ammonium », Université Grenoble Alpes.

Décret 000543/PR/MEFEPEPN du 15 juillet 2005, fixant le régime juridique des installations classées en République Gabonaise.

Direction Générale de la Statistique, 2015, Résultats globaux du Recensement Général de la Population et des Logements de 2013 du Gabon

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

(RGPL-2013), Direction Générale de la Statistique, Libreville.

DONATO Daniel C., KAUFFMAN J. Boone, MURDIYARSO Daniel, KURNIANTO Sofyan, STIDHAM Melanie et KANNINEN Markku, 2011, « Mangroves among the Most Carbon-Rich Forests in the Tropics ». Nature Geoscience, 4, 5, p. 293 297. https://doi.org/10.1038/ngeo1123.

DRAPER Gerald, VINCENT Tim, KROLL Mary E et SWANSON John, 2005, « Childhood Cancer in Relation to Distance from High Voltage Power Lines in England and Wales: A Case-Control Study », BMJ, 330, p. 1-5. https://doi.org/10.1136/bmj.330.7503.1290.

DRICI Amel, 2014, Symptômes, qualité de vie et perception du risque liés à l'exposition résidentielle aux lignes très haute tension : revue de la littérature, Nancy, Université de Lorraine.

ESSONO MBEGHA Lyn Randy, 2016, Etude géopédologique de la commune d'Owendo : cas du Premier arrondissement, Mémoire Master, Libreville, Université Omar Bongo.

GANDJI MGBATOU Melissa, 2015, Etude de l'état de la pollution des eaux des puits domestiques : Cas de la commune urbaine de Ouahigouya (Burkina Faso), Mémoire de Master, Ouagadougou, Institut International d'Ingénieurie.

Ghana Health Services, Ministry of Health, et WHO, 2016, Public health risk mapping and capacities assessment in Ghana, Republic of Ghana.

Gouvernement du Canada, Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité au Travail, s.d., « Dioxyde de soufre : Réponses SST », https://www.cchst.ca/oshanswers/chemicals/chem_profiles/sulfurdi.html.

GUERGAZI S. et ACHOUR S., 2004, « Qualité des eaux de consommation de la ville de Biskra conséquences sur la sante publique », Journal Algérien sur les Régions arides, Colloque International « TERRE et EAU », n° spécial, p. 124-127.

GUO Yueliang Leon, LIN Ying-Chu, SUNG Fung-Chang, HUANG Song-Lih, KO Ying-Chin, LAI Jim-Shoung, SU Huey-Jen, SHAW Cheng-Kuang, LIN Ruey-Shiung et DOCKERY Douglas W., 1999, « Climate, Traffic-Related Air Pollutants, and Asthma Prevalence in Middle-School Children in Taiwan », Environmental Health Perspectives, 107, 12, p. 1001 1006. https://doi.org/10.1289/ehp.991071001.

G-Ingen Consulting, 2010, Etude d'impact environnemental et social relative à la construction de la centrale thermique à Gaz à Alenakiri, EIE, Libreville.

Institut National de la Recherche Scientifique (INRS), 2006, « Dioxyde de soufre (FT 41). Généralités - Fiche toxicologique », https://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_41.

KONÉ M., BOUNOU L., BOUVET Y., JOLY P., et KOULIDIARI J., 2009, « Etude de la pollution des eaux par les intrants agricoles : cas de cinq zones d' agriculture intensive du Burkina Faso », Sud Sciences & Technologies, 17, p. 6 15.

KULKARNI Girish, et GANDHARE W Z., 2012, « Proximity Effects of High Voltage Transmission Lines on Humans », ACEEE Int. J. on Electrical and Power Engineering, 03, 01, p. 28 32.

L'Élémentarium, s.d., « Dichlore », L'Élémentarium (blog), https://lelementarium.fr/product/dichlore/.

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

LAFERRIÉRE Michel, MINVILLE Jean-Jacques, LAVOIE Jacques, PAYMENT Pierre, 1995, L'industrie porcine les risques relies à la santé humaine, Unité de Santé Publique du Centre Hospitalier Régional du Grand-Portage.

LAGNIKA Moïssou, IBIKOUNLE Moudachirou, MONTCHO Jean-Pierre C., WOTTO Valentin D. et SAKITI Nestor G., 2014, « Caractéristiques physico-chimiques de l'eau des puits dans la commune de Pobè (Bénin, Afrique de l'ouest) », Journal of Applied Biosciences, 79, p. 6887 97.

LAMRIBAH A., BENAJIBA M. H., SAOUD Y., AHRIKAT M. et BENZAKOUR M., 2013, « Impact de la pollution urbaine sur la contamination par les nitrates et les nitrites de la nappe phréatique de Martil (Maroc) », LARHYSS Journal, 14, p. 79 91.

Le Figaro, s. d., « Oxydes d'azote - Quels effets sanitaires ? » Figaro Santé, https://sante.lefigaro.fr/mieux-etre/environnement/oxydes-dazote/quels-effets-sanitaires.

LuminUltra Equipe, 2016, « Le fer dans l'eau potable est-il un risque pour la santé publique? » LuminUltra, https://www.luminultra.com/fr/blog/fer-eau-potable-risque-pour-la-sant%C3%A9-publique/.

MANISALIDIS Ioannis, STAVROPOULOU Elisavet, STAVROPOULOS Agathangelos et BEZIRTZOGLOU Eugenia, 2020, « Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review », Frontiers in Public Health, 8, 14, p. 1-13. https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fpubh.2020.00014.

MONNEY Urbain Yapo, DIABY Vandjiguiba, BLA Brice Kouakou, KONAN Ange N'Dri Kouakou Gbe et YAPO Adou Francis, 2021, « Analyse socio-sanitaire du fumage de poisson dans la ville d'Abidjan (Côte d'Ivoire) », International Journal of Biological and Chemical Sciences, 15, 6, p. 2337 2348. https://doi.org/10.4314/ijbcs.v15i6.8.

NANTEL Albert J., 1997, « Un poison violent, l'hydrogène sulfuré (h2s) | Toxicologie clinique », Bulletin d'information toxicologique 13, 3. https://www.inspq.qc.ca/toxicologie-clinique/un-poison-violent-l-hydrogene-sulfure-h2s.

NDONGHAN IYANGUI Nadine Nicole, 2016, «Proximité des stations de base de téléphonie mobile et risques pour la santé à Libreville (Gabon)», Revue canadienne de géographie tropicale/Canadian journal of tropical geography [En ligne], 3, 1, URL: http://www3.laurentian.ca/rcgt-cjtg/volume-3-numero-1/proximite-des-stations-de-base-de-telephonie-mobile-et-risques-pour-la-sante-a-libreville-gabon/#sthash.IUll8nHV.dpuf

NDONGO MOMBO Yannick Steve, 2020, L'urbanisation non maîtrisée et le risque industriel: cas de la centrale thermique d'Alénakiri dans la commune d'Owendo, Mémoire Master, Libreville, Université Omar Bongo.

NGOUNGOU Edgar Brice, ABOYANS Victor, KOUNA Philomène, MAKANDJA Roger, ECKE NZENGUE Jean Emmanuel, NDONG ALLOGHO Carine, LASKAR Marc, PREUX Pierre-Marie et LACROIX Philippe, 2012, « Prevalence of Cardiovascular Disease in Gabon: A Population Study », Archives of Cardiovascular Diseases 105, 2, p. 77 83. https://doi.org/10.1016/j.acvd.2011.12.005.

NGUEMA Charles Ted Wadoud Florentin, 2020, Etude de la pollution physico-chimique et bactériologique des eaux résiduaires du bassin

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

versant de Batavéa (Libreville), Mémoire de Master, Libreville, Université Omar Bongo.

NGUENDO Yongsi H.B., SALEM Gérard, et THOUEZ Jean-Pierre, 2008, « Risques sanitaires liés aux modes d'assainissement des excreta à Yaoundé, Cameroun », Natures Sciences Sociétés, 16, 1, p. 3 12. https://doi.org/10.1051/nss:2008020.

NZE-NGUEMA F., SANKARANARAYANAN R., BARTHELEMY M., NGUIZI-OGOULA S., WHELAN S., et MINKO-MI-ETOUA D., 1996, « Cancer in Gabon, 1984-1993: a pathology registry based relative frequency study », Bulletin du cancer, 83, 9, p. 693 696.

OKANGA-GUAY Marjolaine, ONDO ASSOUMOU Emmanuel, AKENDENGUE AKEN Igor , MPIE SIMBA Cédric, MOMBO Jean-Bernard, OBIANG EBANEGA Médard, MBADINGA Michel, ROGOMBE Laetitia, MOUKETOU-TARAZEWICZ Dieudonné, 2019, « Suivi des changements spatiaux et environnementaux dans les mangroves de la province de l'Estuaire du Gabon », Conférence OSFACO : Des images satellites pour la gestion durable des territoires en Afrique, Cotonou, Bénin.

OMS, 2017, « Mercure et santé », https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health.

OMS, 2018, « Neuf personnes sur 10 respirent un air pollué dans le monde », https://www.who.int/fr/news/item/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action.

PAYMENT P. et P. HARTEMANN, 1998, « Les contaminants de l'eau et leurs effets sur la santé », Revue des sciences de l'eau, 11, n° Hors Série, p. 199 210. https://doi.org/10.7202/705338ar.

République Gabonaise, 1993, Loi 16/93 relative à la Protection et à l'Amélioration de l'environnement en République Gabonaise.

République Gabonaise, 2014, Loi n°007/2014 du 1er août 2014 relative à la protection de l'environnement en République Gabonaise.

République Gabonaise, et OMS, n. d., « Stratégie de coopération de l'OMS avec le Gabon 2016-2021 », Consulté le 13 avril 2022. https://www.afro.who.int/sites/default/files/2021-12/CCS%20gab%202016-2021-fr%20%28002%29.pdf.

RICHARD Alain et LÉONARD Guy, 1993, Le Gabon, géographie active, Vanves, Edicef.

SAMEK Lucyna, STEGOWSKI Z., FURMAN L., STYSZKO K., SZRAMOWIAT K., et FIEDOR J., 2017, « Quantitative Assessment of PM2.5 Sources and Their Seasonal Variation in Krakow », Water, Air, & Soil Pollution, 228, 290, p. 1-11. https://doi.org/10.1007/s11270-017-3483-5.

SANTSA NGUEFACK Charles Vital et NDJOUENKEU Robert, 2018, « Qualité de l'eau de la localité de Dschang et impact sur la santé des consommateurs », Afrique Science, 14, 3, p. 96 107.

SANTSA NGUEFACK Charles Vital, NDJOUENKEU Robert, et NGASSOUM Martin Benoît, à paraître, « Water from the Menoua watershed (Cameroon) and agricultural pollution: the chemical risks inherent in its consumption », Environnement, Risques & Santé 1, 1. https://doi.org/10.1684/ers.2022.1631.

SILVESTRE J P. et VADON J, 1985, Exploitation de la décharge publique d'ordures ménagères de Combaret Commune de Bedoin (Vaucluse), Marseille, Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé

Société Financière Internationale (IFC), 2008, Directives environnementales, sanitaires et sécuritaires pour les centrales thermiques, Banque Mondiale.

TCHOUONGSI Emmanuel Kengmoe, MOUGOUE Benoît, TAGNE Claude Tatuebu, TOUOYEM Fabrice Mopi et BONGANJUM Ngoran Simplice, 2020, « Approvisionnement en eau et risques sanitaires dans le bassin versant amont de l'Abiergué à Yaoundé (Cameroun) », European Scientific Journal ESJ, 16, 8, p. 102 - 123. https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n8p102.

WHO, 2018, « Qualité de l'air ambiant et santé », World Health Organization, http://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health.

ZERHOUNI J., RHAZI FILALI F., ABOULKACEM A., 2015, « Qualité et facteurs de risque de pollution des eaux souterraines périurbaines de la ville de Sebaa Ayoune (Meknes, Maroc) », Larhyss Journal, 22, p. 91-107.

ZOA-ASSOUMOU Samira, NDJOYI-MBIGUINO Angelique, MABIKA MABIKA Barthelemy, BELEMBAOGO Ernest, KHATTABIA bdelkim et ENNAJI My Mustapha, 2016, « Human Papillomavirus Genotypes Distribution in Cervical Cancer Cases in Gabon », Infectious Agents and Cancer 11, 42, p. 1-5. https://doi.org/10.1186/s13027-016-0091-8

Copyright © Groupe de Recherche Espace, Territoires, Sociétés et Santé