Université du Burundi

Dépôt institutionnel officiel **https://repository.ub.edu.bi**

Grenier du Savoir du Burundi Mémoires et Thèses

2023-02

« Analyse de la situation socio-environnementale des ménages installes autour de l’usine BUCECO , au Centre urbain de Cibitoke »

Sindayigaya, Innocent

UB

https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/429

Téléchargé depuis le dépôt institutionnel officiel de l'Université du Burundi

UNIVERSITE DU BURUNDI

MASTER EN SOCIETES, POUVOIRS, TERRITOIRES ET DEVELOPPEMENT DURABLE : *Option Aménagement*

« ANALYSE DE LA SITUATION SOCIO-ENVIRONNEMENTALE DES MENAGES INSTALLES AUTOUR DE l'USINE BUCECO, au Centre urbain de Cibitoke»

Par :
Innocent SINDAYIGAYA

Sous la direction de:

Dr. Erasme NGIYE

Mémoire présenté et soutenu publiquement en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sociétés, Pouvoirs, Territoires et Développement Durable (SPTD), Option : Aménagement

Bujumbura, février 2023

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY

Président : Dr. NKUNZIMANA Athanase

Directeur : Dr. NGIYE Erasme

Secrétaire : Doctorant ITANGISHAKA Pierre

EPIGRAPHE

« Mieux que quiconque, ils peuvent constater que toute action décidée sans analyse globale des différents paramètres qu'une réflexion « écologique » peut déterminer est vouée à l'échec. Ou pire, peut conduire à des catastrophes à moyen ou à long terme».

1. M. Barrière *et al.*, (1984) *L'environnement, l'écologie : nuisances, pollutions, énergie, gestion des espaces naturels, études préalables* (Guide du citoyen et de l'élu). Syros, Paris, p.22

DEDICACE

Je tiens à dédier ce travail de master :

A mon regretté père ;

A ma mère ;

A mes sœurs ;

A mon cousin NIYONGERE Arthémon ;

A tous ceux qui me sont chers ;

A vous tous, qui œuvrez pour le développement industriel durable et l'environnement urbain sain.

Je dédie ce mémoire !

SINDAYIGAYA Innocent

REMERCIEMENTS

Le travail comme celui-ci n'aurait jamais existé sans le concours de nombreuses personnes. C'est donc avec un grand plaisir que je tiens à exprimer ma sincère reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué aux résultats présentés dans ce mémoire.

Je commencerais par exprimer ma profonde gratitude envers mon Directeur du mémoire, Dr Erasme NGIYE, pour m'avoir accepté ce sujet et de l'avoir dirigé. Sa contribution scientifique, ses orientations, remarques et corrections sont autant d'éléments sans lesquels je n'aurais jamais pu faire une telle activité de recherche. Il me serait impossible de dire tout ce que ce mémoire lui doit.

Je remercie sincèrement tous les enseignants du master en SPTD de l'université du Burundi pour leur encadrement et formation scientifique. Je remercie également Dr. Ir. Bernard SINDAYIHEBURA, Professeur à l'Université du Burundi pour m'avoir confié le matériel de prélèvement de niveau sonore.

Mes sentiments de gratitude vont aussi aux responsables des institutions dans lesquelles j'ai mené mes recherches, en particulier l'administration de la zone Cibitoke et l'hôpital de Cibitoke. Ils m'ont fourni les informations portées à leur connaissance. Je saisis également cette occasion pour remercier toutes les personnes enquêtées qui, gentiment m'ont ouvert leurs portes pour me livrer le fruit de leurs connaissances et leurs réflexions sur l'état socio-environnemental du centre urbain au regard de la cohabitation avec l'usine BUCECO. Je rends hommage à leur accueil chaleureux et surtout à leur patience lors des enquêtes.

Enfin, mes sincères remerciements vont à l'endroit de mes collègues, depuis l'école primaire jusqu'à l'université du Burundi, particulièrement ceux de Master II, option : Aménagement. Nombreuses sont les personnes qui ont porté ce travail dans leur cœur et m'ont soutenu de toute leur affection. Je citerais en particulier ma mère et mes sœurs – avec une pensée particulière à feu Sylvain NYABENDA parti trop tôt – qui ont su user leur patience durant mes années d'étude. A l'aube de cette nouvelle étape de mon cursus universitaire, j'espère seulement être à la hauteur des sacrifices qu'ils n'ont cessé de consentir. Soyez tous remerciés!

SINDAYIGAYA Innocent

RESUME

Le centre urbain de Cibitoke, l'un de deux centres urbains de la commune Rugombo, abrite depuis 2011 l'usine du ciment BUCECO. Ce centre fait actuellement face aux pollutions et aux nuisances dues à la transformation des matières premières en ciment, à l'approvisionnement de ces matières, à la livraison des produits finis (sacs de ciment). Ces activités émettent des bruits, des poussières (des poussières en terre et de ciment gris), de fumées d'odeurs nauséabondes dans l'air ambiant et l'émission des poussières en terre soulevées par le passage des camions. Ces pollutions et nuisances qui accompagnent l'étalement urbain du chef-lieu de la province Cibitoke exacerbent le taux de vulnérabilité sonore, olfactive et la perte esthétique du paysage urbain.

A l'aide d'un GPS, de l'usine à 150 mètres, les coordonnées géographiques de chaque côté d'habitation ont été prélevées. Avec un mètre ruban, les mesurages d'un intervalle cible de 150 m pour chaque façade ont été effectués. Les niveaux sonores ont été enregistrés au sonomètre dans cet intervalle. La prise des photos des endroits et biens empoussiérés et celle des murs fissurés ont été opérés. Le guide d'entretien préétabli nous a permis de récolter les avis de nos enquêtés.

Les résultats obtenus révèlent que 27 ménages de 54 personnes ayant fait objet de cette recherche, répartis sur les 4 façades de l'usine BUCECO, sont considérablement vulnérables d'une manière directe ou indirecte suite aux pollutions et nuisances en provenance des activités intenses et complexes de l'usine BUCECO. Les résultats des entretiens ont montré qu'il y a une dissension entre l'usine et les ménages du point de vue occupationnel du site. Cette divergence idéale et visionnaire est due aux activités intenses et complexes de l'usine comme source de pollutions et nuisances. Ces dernières portent préjudices sur les ménages et l'environnement urbain malgré que les majoritaires réclament avec conditions les techniques d'anti-pollution au lieu de délocaliser l'usine.

L'usine occasionne peu d'apports socio-économiques aux riverains alors que ses effets de pollution pèsent énormément sur eux. Chaque activité de l'usine occasionne des effets divers dont la pollution de l'environnement, les nuisances etc.

Mots-clés : *usine, centre urbain, pollutions, nuisances, environnement, ciment.*

ABSTRACT

The urban center of Cibitoke, one of two urban centers in Rugombo Municipality, has been home to the BUCECO cement plant since 2011. This center is currently facing pollution and nuisances due to the transformation of raw materials into cement, the supply of these materials, the delivery of finished products (cement bags). These activities emit noise, dust (dirt and grey cement dust), foul odors fumes in the ambient air and the emission of dust into the earth raised by the passage of trucks. These pollutions and nuisances that accompany the urban sprawl of the capital of the province Cibitoke harden the rate of noise and olfactory vulnerability and the aesthetic loss of the urban landscape.

Using a GPS, from the factory to 150 meters, the geographical coordinates of each side of the house were taken. With a tape measure, measurements of a target interval of 150 meters for each facade were carried out. Sound levels were recorded at the sound level meter during this interval. Photos of dusty places and goods and cracked walls were taken. The pre-established maintenance guide allowed us to collect the opinions of our interviewees.

The results obtained reveal that the 27 households of 54 people who were the subject of this research, spread over the 4 facades of the BUCECO factory, are considerably vulnerable in a direct or indirect way following the pollution and nuisances coming from the intense and complex activities of the BUCECO plant. The results of the interviews showed that there is dissension between the factory and households from the point of view of occupation of the site. This ideal and visionary divergence is due to the intense and complex activities of the plant as a source of pollution and nuisance. The latter are detrimental to households and the urban environment despite the fact that the majority demand with conditions the anti-pollution techniques instead of relocating the factory.

The plant brings few socio-economic contributions to local residents but its pollution effects weigh heavily on them. Each activity of the plant causes various effects including environmental pollution, nuisances etc.

Keywords: *factory, urban center, pollution, nuisance, environment, cement.*

TABLE DE MATIERES

IDENTIFICATION DES MEMBRES DU JURY……i
EPIGRAPHE……ii
DEDICACE……iii
REMERCIEMENTS……iv
RESUME……v
ABSTRACT……vi
TABLE DE MATIERES……vii
LISTE DES ILLUSTRATIONS……x
Liste des tableaux……x
Liste des figures……xi
Liste des images……xii
Liste des photos……xiii
Liste des annexes……xiv
LISTE DES SIGLES ET ABREVEATIONS UTILISES……xv
AVANT-PROPOS……xvi
INTRODUCTION GENERALE……1
1. Problématique……3
2. Objectifs du sujet……5
3. Choix et Intérêt du sujet……5
4. Cadre spatio-temporel du travail……5
5. Revue de la littérature et définition des concepts clés……6
5.1. Relation entre industrie (usine) et urbain……6
5.2. Pollutions et Nuisances de l'usine du ciment……9
5.3. Environnement naturel et Environnement urbain……14
5.4. Ciment et ses effets funestes……16
CHAPITRE 1: LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE ET METHODOLOGIE……18
1.1. Historique de la zone d'étude……18
1.2. Situation géographique de la zone d'étude……18
1.3. Activités socio-économiques de la zone d'étude……20
1.4 Méthodologie de recherche……21
1.4.1. Schéma de la recherche……22
1.4.2.1. Matériels……23
1.4.2.2. Méthode et outils……24
1.5. Difficultés rencontrées……25
CHAPITRE 2: IMPACTS DES ACTIONS DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL SUR L'ENVIRONNEMENT URBAIN……27
2.1. Facteurs de base pour l'implantation de l'usine au centre urbain……28

2.2. Impact positif de l'usine sur la société urbaine 28
2.3. Actions du développement industriel : source de pollution 29
2.4. Effet de l'implantation industrielle dans le centre urbain 31
2.4.1. Corollaires des effets liés à la production du ciment 32
2.4.1.1. Phase de transport et d'approvisionnement 32
2.4.1.1.1. Pollution de l'air 33
2.4.1.1.2. Fissuration des murs des maisons 35
2.4.1.1.3. Bruit 37
2.4.1.2. Phase de production 37
2.4.1.2.1. Pollution olfactive 38
2.4.1.2.2. Impact du bruit 39
2.4.1.2.3 Effet sur le bâti 40
2.4.1.2.4. Effet sur la végétation 42
2.5. Effet des vents dans la propagation des particules polluantes 43
2.6. Discordance entre l'usine et les ménages (point de vue occupationnel du site) 43
2.6.1. Site résidentiel 44
2.6.2. Site fonctionnel de l'usine 45
CHAPITRE 3. RESULTATS ET DISCUSSION 47
3.1. Résultats 47
3.1.1. Côtés affectés 48
3.1.2. Prélèvement des façades / côtés d'habitation affectés par les nuisances sonores, olfactives et l'imputation de l'esthétique du paysage 49
3.1.2.1. Prélèvement des côtés d'habitation affectés par les bruits et des ménages entretenus sur les nuisances sonores 50
3.1.2.1.1. Comportements des habitants du centre urbain de Cibitoke aux nuisances sonores de l'usine 51
3.1.2.1.2. Sensibilité aux nuisances sonores de l'usine de ciment par âge dans le centre urbain de Cibitoke 52
3.1.2.2. Prélèvement des ménages affectés par les nuisances olfactives 53
3.1.2.2.1. Comportements des habitants du centre urbain de Cibitoke aux nuisances olfactives de l'usine 53
3.1.2.2.2. Sensibilité aux nuisances olfactives de l'usine de ciment par âge dans le centre urbain de Cibitoke 54
3.1.2.3. Prélèvement des ménages affectés par la perte esthétique du paysage 56
3.1.2.3.1. Comportements des habitants du centre urbain de Cibitoke à l'imputation de l'esthétique du paysage 56
3.1.2.3.2. Sensibilité à l'imputation de l'esthétique du paysage par tranche d'âge dans le centre urbain de Cibitoke 57
3.1.2.4. Prélèvement des expressions/avis des ménages face aux dissensions entre usine et ménages 59
3.1.2.4.1. Avis aux dissensions entre usine et ménages tout autour par tranche d'âge dans le centre urbain de Cibitoke 60

3.2. Discussions des résultants 61
3.2.1. Nuisances sonores 62
3.2.2. Nuisances olfactives 64
3.2.3. Perte esthétique du paysage 65
3.2.4. Dissensions entre usine et ménages tout autour d'elle 67
CONCLUSION GENERALE…… 68
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES……...72
ANNEXES…… 78

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Liste des tableaux

Tableau 1: Fissures des murs des maisons (en cm mesuré) 36
Tableau 2: Répartition des personnes entretenues par façade d'habitation 48
Tableau 3: Prélèvement des coordonnées géographiques du côté Sud 48
Tableau 4: Prélèvement des coordonnées géographiques du côté Ouest de l'usine 48
Tableau 5: Prélèvement des coordonnées géographiques du côté Nord de l'usine 49
Tableau 6: Prélèvement des coordonnées géographiques du côté Est de l'usine 49
Tableau 7: Répartition des niveaux sonores, de l'épicentre (usine) au 150 m et tout le long de la route d'approvisionnement. 50
Tableau 8: Prélèvement de nombre des ménages affectés par les bruits par maille d'habitation et par côtés d'habitation 51
Tableau 9: Avis des personnes enquêtées sur les nuisances sonores par rapport aux façades de l'usine 51
Tableau 10: Sensibilité aux nuisances sonores par tranche d'âge.....52
Tableau 11: Nuisances olfactives ; prélèvement des ménages affectés par les odeurs asphyxiantes et répartition de sensibilité de l'odeur par ménages par côté d'habitation. 53
Tableau 12: Prélèvement des avis des ménages visités avec le nombre de personnes entretenues selon leur côté d'habitation aux nuisances olfactives. 54
Tableau 13: Sensibilité aux nuisances olfactives par tranche d'âge des ménages avoisinant l'usine du ciment. 55
Tableau 14 : Imputation de l'esthétique du paysage ; prélèvement des ménages affectés par les particules poussiéreuses et répartition des ménages par côté d'habitation et par intervalle 56
Tableau 15: Prélèvement des avis des ménages visités avec le nombre de personnes entretenues selon leur côté d'habitation à l'imputation de l'esthétique du paysage. 57
Tableau 16: Sensibilité à la perte esthétique du paysage par tranche d'âge dans le centre urbain de Cibitoke 58
Tableau 17: Prélèvement des avis des ménages visités avec le nombre de personnes entretenues selon leur côté d'habitation aux dissensions entre usine et ménages tout autour d'elle 59
Tableau 18: Avis sur dissensions entre usine et ménages par tranche d'âge des ménages avoisinant l'usine de ciment 60
Tableau 19: Données sono-métriques sur base de l'échelle des bruits entre 80 dB et 100dB .62

Liste des figures

Figure 1: Echelle des bruits en décibels.....12
Figure 2: Géolocalisation de la zone d'étude sur la carte de la commune Rugombo.....20
Figure 3: Schéma conceptuel du travail.....22
Figure 4 : Localisation des niveaux de nuisances par ménages enquêtés dans les intervalles de 0m-50m, 50m-100m et 100m-150m.....61

Liste des images

Image 1*:* GPS utilisé 23
Image 2 *:* Sonomètre utilisé 23
Image 3*:* Latte en centimètre utilisée 24
Image 4 : mètre ruban utilisé 24
Image 5: Occupation du centre urbain de Cibitoke 45

Liste des photos

Photo 1: Illustration de l'usine du ciment de BUCECO 7
Photo 2: Les camions sur la route menant vers l'usine BUCECO 33
Photo 3 et 4: Murs des maisons fissurés et empoussiérés tout le long de la route en terre 33
Photo 5: Emissions des poussières par un camion de BUCECO 34
Photo 6 et 7: Maisons empoussiérées issues du passage des camions 35
Photo 8 et 9: Murs des maisons en grandes fissures 36
Photo 10 et 11: Murs des maisons en petites fissures 36
Photo 12 et 13: Camions d'approvisionnement 37
Photo 14: Pollution de l'air par les fumées en provenance des tuyaux d'échappement 38
Photo 15 (a et b) et 16: les maisons en état de vétusté suite au rejet de poussières (l'effet de la cimentaire sur les construits) 41
Photo 17: Dépôt des poussières du ciment sur les plantes fruitières 42

Liste des annexes

Annexe 1 : Modèle de la structure urbaine radioconcentrique de Burgess(1925) 78
Annexe 2 : Le modèle des secteurs ou modèle radicale Hoyt (1939) 78
Annexe 3 : Guide d'entretien 78
Annexe 4 : Exemples de maladies liées à des polluants 81
Annexe 5 : Niveaux sonores des divers lieux 82
Annexe 6 : Camions d'approvisionnement des matières premières 83
Annexe 7 : Etat des ménages empoussiérés sur la voie d'approvisionnement à l'usine 83
Annexe 8 : Etat des lieux des routes en terre (passage en vrac des camions) 83
Annexe 9 : Effet des poussières de ciment sur les plantes 84

LISTE DES SIGLES ET ABREVEATIONS UTILISES

AIB : Association des Industries au Burundi
BMD : Baccalauréat Master Doctorat
BTC : Burundi Tobacco Company
BUCECO : Burundi Cement Company
C.I.A.M. : Congrès International d'Architecture Moderne
C° : Degré Celsius
CDS : Centre de Santé
Cm : Centimètre
CO_2 : Dioxyde de Carbonne
dB : Décibels, Unité permettant d'exprimer les niveaux de bruits,
GPS : Geographic Positing System
ISTEEBU : Institut de Statistiques et d'Etudes Economiques du Burundi
m/s : Mettre par Seconde
Mm : Millimètre
ODD : Objectifs du Développement Durable
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
ONGs : Organisations Non-gouvernementales
ONU : Organisation des Nations Unies
PIB : Produit Intérieur Brut
SIS : Système d'Information Sanitaire
UNEP : United Nations Environment Programme
USA : United States of America

AVANT-PROPOS

A l'issu du système BMB à l'université du Burundi, les étudiants du 2ème cycle ont l'obligation de réaliser des travaux de recherche de fin de ce cursus. Ils présentent et soutiennent publiquement les mémoires devant un jury.

C'est dans cette perspective que ce mémoire a vu le jour sous le thème « Analyse de la situation socio-environnementale des ménages installés autour de l'usine BUCECO, au centre urbain de Cibitoke ». Ce sujet est d'une grande importance car il permettra au BUCECO et à la population du centre urbain de Cibitoke, les ménages proche de l'usine BUCECO en particulier de se rendre compte des différents effets de la pollution cimentière sur l'environnement urbain. Ainsi, ils pourraient savoir gérer la situation socio-environnementale contre les polluants issus de cette usine.

Pour bien atteindre les objectifs du sujet, l'utilisation des différents outils dont le guide d'entretien préétabli, le GPS, le sonomètre, l'appareil-photo, le mètre ruban, la latte en centre,…est d'autant pertinente. Ces instruments m'ont permis de collecter les données et les avis sur la situation socio-environnementale des ménages installés autour de l'usine BUCECO.

La transformation des matières en ciment, le transport des produits finis et l'approvisionnement des matières à l'usine doivent respecter les mesures socio-sanitaire et environnementale en vue d'éviter la propagation des éléments polluants et atténuer les risques d'accident sur les environnants de l'usine du ciment. Cela pourrait avoir d'effet sur l'amélioration sanitaire des ménages autour de l'usine et le développement du paysage urbain en général. On est sans doute que l'industrie cimentière BUCECO contribue au développement du pays en général et au dit centre urbain en particulier mais, dans ses activités usinières, elle engendre des nuisances sonore, olfactive et la perte esthétique du paysage comme source de divergence au point de vue occupationnel du périmètre urbain de Cibitoke.

INTRODUCTION GENERALE

L'urbanisation rapide en Afrique peut devenir le moteur de son industrialisation durable selon l'ONU (ONU, 2015). Cette urbanisation rapide implique de nombreux défis en termes d'infrastructures et de services tant qu'elle ne soit pas mieux planifiée. Dès le début des années 1950, la grande affaire de l'aménagement du territoire est l'industrialisation pour d'abord pallier la crise et aussi aller vers l'affirmation d'une économie forte. C'est dans cette perspective que les espaces ruraux bénéficient aussi, dans le cadre de la décentralisation des activités industrielles, de «primes spéciales d'équipement» (Commission Economique pour l'Afrique, 1963), mais, en plus, il fallait des politiques et des règles communes (C. Donolo, 1972).

Le Burundi, comme bon nombre de pays africains, se trouve aux premiers stades du développement industriel, ce qui justifie son état embryonnaire même s'il y a eu des avancées en 2018 au niveau de la procuration du Produit Intérieur Brut (17,1% du PIB industriel) (Isanganiro, 2020). L'ABI (Association des Industries au Burundi) a fait savoir que le secteur industriel burundais existe et participe activement à l'économie burundaise malgré les défis majeurs auxquels fait face ce secteur: manque d'infrastructures, insuffisance des personnels qualifiés dans le domaine (ABI, 2020).

L'industrialisation du pays est cependant devenue une préoccupation des autorités surtout avec le troisième plan quinquennal qui lui consacre une attention particulière mise sur les objectifs de décentralisation des activités industrielles, la création d'industrie à haute intensité et de main d'œuvre, et l'harmonisation des activités industrielles dans le cadre régional (République du Burundi, 1989). En effet, l'industrialisation permet de mettre en valeur les ressources dont le pays dispose: les ressources naturelles, humaines, etc. (ONUDI, 1983).

De nombreuses conséquences liées à l'urbanisation qui s'effectue sans contrôle dans un premier temps et à l'industrialisation qui souhaite toujours l'extension d'équipements et l'accroissement de la production des différents facteurs de production perturbent l'aménagement durable. C'est bel et bien que ces derniers doivent être étudiés et planifiés avant leur mise en place pour prendre en main et contrôler le couple urbain/industrie. Or, d'après Jacques Denis : « une ville nait et se développe pour exercer une fonction déterminée, se place à un endroit le plus indiqué pour exercer cette fonction» (J. Denis, 1956).

Le centre urbain de Cibitoke, jadis qualifié d'un centre résidentiel urbain et administratif, semble intégrer récemment l'aspect industriel. La production, le stockage et l'utilisation d'une quantité toujours croissante de produits miniers dangereux entraînent une augmentation considérable des risques d'accident majeur qualifiés jusqu'à maintenant comme des nuisances sur la santé humaine et sur l'esthétique du paysage.

Etant donné cette cohabitation comme l'émergence des formes les plus contemporaines du couple ville/industrie : la technopole (C. Chaline, 1989); les conditions dans lesquelles les ménages autour de l'unité de production (sur) vivent quotidiennement, bien que contribuant assez fortement dans le développement du pays et de la province en particulier, cette situation mérite d'être analysée. Et d'ailleurs, dans la charte d'Athènes lors du congrès d'Athènes des C.I.A.M (Congrès International d'Architecte Moderne) de 1933, les participants ont proposé consciemment qu'il faudrait faire une étude sur l'état actuel des villes envahies par la révolution industrielle et proposer des critiques et des remèdes.

Le centre urbain de Cibitoke apparait alors vulnérable face aux différentes nuisances liées à l'existence de l'usine de ciment, Burundi Cement Company « BUCECO en sigle ». Ce centre qui compte aujourd'hui le résidentiel et les activités de l'usine du ciment est déjà densément étendu. L'accumulation des différentes activités socio-économiques et administratives viennent s'y ajouter. Ce constat nous a poussés à formuler notre sujet de recherche comme suit «**Analyse de la situation socio-environnementale des ménages installés autour de l'usine BUCECO, au centre urbain de Cibitoke** ». Cette étude va permettre de faire une recherche sur l'état socio-environnemental actuel du site en insistant sur les répercussions que peuvent avoir les ménages installés autour de l'usine à titre industriel.

Il est d'abord déterminer le niveau de perception des habitants logés tout autour de l'usine car étant les plus vulnérables aux nuisances de l'usine. A l'aide d'un mètre ruban, la prise d'un intervalle cible pour chaque côté d'habitation contournant l'usine permet d'abord de déterminer le niveau de vulnérabilité selon la distance usine-ménages dans le centre urbain de Cibitoke. De ce fait, à l'aide d'un GPS, les coordonnées géographiques de chaque côté d'habitation tout autour de l'usine ont été prélevées.

Ensuite, le prélèvement des niveaux sonores, la prise des photos des fumées des cheminées, des feuilles des plantes empoussiérées ou maisons empoussiérées et fissurées, le mesurage des fissures et la collecte des données, seront respectivement possibles par l'usage du sonomètre,

de l'appareil-photo, d'une latte en centimètre et d'un guide d'entretien préétabli. L'utilisation de Google Maps intervient pour montrer l'étalement du centre urbain et l'intercalaire de l'usine BUCECO dans les ménages du centre urbain. Enfin, le logiciel Arc Gis aidera à cartographier la zone d'étude.

Il est vrai que tout phénomène vibratoire, en particulier le bruit d'une machine, se caractérise par les trois éléments essentiels : *l'intensité, la fréquence et la durée*. Pour cela, la pollution sonore ne se focalise que sur l'intensité sonore liée au bruit des machines à l'usine et des camions. Ainsi, *la fréquence et la durée* d'un son ne sont pas évoquées étant donné que nous n'allons pas dans la présente analyse, évaluer la dose de bruit reçue pour chaque contour (côté d'habitation) et sa propagation jusqu'à son isolation pendant un temps déterminé. Et d'ailleurs, cela ne relève pas notre domaine d'expertise (les Physiciens et les Spécialistes en Santé publique en sont des experts). En effet, le champ d'analyse se focalise sur les nuisances sonores, olfactives, la perte esthétique du centre urbain et les dissensions entre usine et ménages dues à ces nuisances de l'usine.

Ainsi, le présent travail de recherche est subdivisé en trois chapitres dont le premier chapitre concerne la localisation de la zone d'étude et la méthodologie de recherche, le deuxième chapitre montre l'impact des actions du développement industriel sur l'environnement urbain et enfin le troisième chapitre relate les résultats obtenus sur terrain et la discussion de ces résultats.

1. Problématique

L'industrialisation et le développement sont deux jumeaux presque indissociables. De nos jours, le développement économique revêt un caractère primordial. Il est bien évident que tous les éléments qui concourent à ce développement doivent être étudiés et planifiés (protection des ménages contre les pollutions, gestion des déchets, etc.). C'est ainsi que même l'implantation de l'usine dans un endroit donné, les différents processus qui la constituent, n'échappent pas non plus à cette règle fondamentale qui régit le monde moderne. Selon A.F. Ewing, il n'est plus nécessaire désormais de chercher à démontrer que l'industrialisation est un élément essentiel du processus de développement (A.F. Ewing, 1968). Pour J. Brasseul et C. Lavrard-Meyer, l'industrialisation est un pas non négligeable qui hausse sans doute le développement économique pour des pays en voie de développement (J. Brasseul et C. Lavrard-Meyer, 2016). Mais, il faudrait bien veiller ce développement car un développement

aussi rapide ne se fait pas sans engendrer de crise socio-environnementale (J-C. Mashini, D.M, 1984). C'est dans ce sens que l'usine devrait suivre certaines normes d'implantation.

L'interaction « Société- environnement » et en particulier, la nécessité de prévenir la pollution du milieu naturel, constituent l'un des plus actuels problèmes de notre temps. Les pollutions d'origine industrielle en particulier sont classées parmi les catastrophes technologiques du premier plan que le monde devrait s'investir pour atténuer le risque des émissions des gaz à effet de serre. Bien qu'il soit difficile d'apprécier entièrement et jusqu'au bout les effets à long terme de la pollution de la nature, il est toutefois clair que même les effets indirects peuvent poser de sérieux problèmes (L. Gourevitch et M.B. Gornung, 1982).

Même si les centres urbains bénéficient des industriels pour résoudre les problèmes socio-économiques : chômage et pauvreté ; il faut néanmoins veiller à ce que ces derniers respectent la dignité et le bien-être de l'homme ($ODD_{3)}$ et possèdent des infrastructures durables (ODD_9) (https://www.un.org) en vue d'éradiquer de nombreuses nuisances qui handicapent la santé des citadins à court, moyen et à long terme.

Mais alors, ce ne serait pas possible qu'on se méfie de l'industriel dans le milieu urbain car tout citadin y voit une chance pour changer ses conditions de vie même s'il est conscient de sa part négative sur l'environnement urbain.

L'industrialisation reste une des stratégies dans le processus du développement économique des pays dits retardés. Au Burundi, comme ailleurs, le développement industriel est indispensable pour pallier à de nombreux défis surtout économiques auxquels le pays fait face. C'est dans ce sens que l'Etat a salué le vœu des investisseurs de l'entreprise de BUCECO afin de promouvoir le secteur industriel.

L'usine BUCECO est située au centre urbain de Cibitoke, chef-lieu de la province, ville en pleine extension (image 5). Des produits toxiques, bruits, fumées, gaz et déchets divers émis par les équipements de l'usine du ciment sont à l'origine de pollutions et de nuisances diverses. Ces dernières sont également à l'origine de la vulnérabilité des vies humaines et du paysage. Ainsi, la cohabitation de l'usine et des ménages, sur un même site, apparait aujourd'hui problématique et ne cesse de causer des mécontentements qu'il faudrait analyser.

C'est ainsi que nous nous proposons de faire une analyse de la situation socio-environnementale des ménages autour de BUCECO et de l'approfondir en réponse à la

question ci-après :

- Quel est l'état de cohabitation entre l'usine BUCECO et les ménages l'environnant ?

Pour répondre à cette question, deux hypothèses sont formulées.

- L'usine implantée à l'intérieur du centre urbain de Cibitoke cause des dommages socio-environnementaux sur les ménages autour d'elle.

- Les dissensions entre usine BUCECO et les ménages se basent sur la divergence de point de vue occupationnel.

2. Objectifs du sujet

Les objectifs suivis dans cette étude sont :

- ✓ Analyser les effets induits par l'usine au vue de la cohabitation usine/ménages ;
- ✓ Contribuer à améliorer la santé environnementale et à promouvoir le bien-être de tous les ménages de l'urbain à tout âge.

3. Choix et Intérêt du sujet

- **Sur le plan social:** Le choix porté à ce sujet a été motivé par le fait que la cohabitation entre l'usine et les ménages engendre des répercussions sur la santé humaine, sur le paysage, l'environnement urbain en général, et qu'il n'y a pas une dissociation du point de vu occupationnel. Pour cela, c'est une bonne occasion de contribuer à améliorer les conditions du bien-être du centre urbain de Cibitoke. C'est de plus à montrer que certains centres urbains comme celui de Cibitoke peuvent souffrir des nuisances industrielles de toute sorte si des études d'impact environnemental et social ne sont pas prises en compte comme le dispose le Code de l'urbanisme, de l'habitat, et de la construction du Burundi article 18, alinéa4 de la République du Burundi.
- Sur le plan scientifique: Ce sujet est le produit d'une analyse documentaire et de recherche scientifique. Il sera utilisé comme source d'information à la portée de tous les entrepreneurs et chercheurs ultérieurs qui l'utiliseront à d'autres cas pareils ou à des fins diverses.

4. Cadre spatio-temporel du travail

La délimitation d'un travail de recherche dans l'espace et dans le temps est impératif.

- **Du point de vue spatial** : Nos recherches portent précisément sur le centre urbain de Cibitoke, actuel chef-lieu de la province Cibitoke, zone Cibitoke en commune Rugombo (Figure n°2). La prise d'un intervalle de 0 m à 150 m de tous les côtés d'habitation nous a permis d'entrer en détails pour analyser les nuisances sonores (bruits), nuisances olfactives (émissions des gaz) et la perte esthétique du paysage (liée au dépôt des poussières de ciment et celles en terre) ainsi que d'analyser les dissensions entre usine-ménages dues à la divergence du point de vu occupationnel.

- **Du point de vue temporel :** Le centre urbain de Cibitoke a existé depuis 1986 (Centre des Nations Unies pour les établissements Humains et Ministère des Travaux Publics, Energie et des Mines, 1985), pour abriter le chef-lieu de la province de Cibitoke. Après une trentaine d'année, il a accueilli l'usine du ciment de BUCECO en Janvier 2011(https://www.prnewswire.com/fr/communiques-de_presse/tribert-rujugiro-ayabatwa--la-production-de-burundi-ciment-atteint-des-niveaux-records-198610421).
  C'est à partir de cette période d'implantation de BUCECO (2011) jusqu'à 2021 qu'une analyse de la situation socio-environnementale de la zone d'étude a eu lieu. La société BUCECO a été créée en 2004 par Mr Alain Tribert Rujugiro Ayabatwa dont il est le propriétaire et ayant pour objectif la fabrication et la commercialisation du ciment.

5. Revue de la littérature et définition des concepts clés

5.1. Relation entre industrie (usine) et urbain

L'industrie nécessite l'urbain au sens spatial mais en plus, au sens socio-économique. L'urbain, grâce à ses atouts en prestations, notamment une main d'œuvre, moyen de communication favorable, des infrastructures, des matières premières sur place, sécurité, … apparaît comme un endroit propice à l'industrie. C'est à partir de cet aspect plus général que les industries cherchent toujours à gagner les places gigantesques à l'intérieur ou à la périphérie de l'urbain; et ceux qui, par après, contribueront à la modification profonde des structures de la famille urbaine avec la retombée d'autres modes de vie (J-P Lacaze, 1995).

A l'inverse, l'urbain ne se développe pas rapidement sans promotion du développement économique, industriel en particulier. Le centre urbain de Cibitoke a vu une chance d'abriter une seule cimenterie (Photo n°1), un aspect industriel non négligeable au niveau national, qui lui procure un aspect monopoliste dans l'ensemble du territoire national. L'usine BUCECO,

par sa présence dans le centre urbain, joue un rôle important grâce à ces apports socio-économiques.

Photo n° 1: Illustration de l'usine du ciment de BUCECO
Source : Cliché-crédit de Jean-de Dieu Ntakarutimana, photo prise en mars 2021

Elle contribue au développement de la commune par la présence de ses activités génératrices d'impôts et de taxes, la création des emplois salariés et d'autres services divers pour les urbains sans trop parler de l'immigration massive de gens qui viennent s'y installer pour en profiter. Par octroi de dons des sacs du ciment, elle contribue également à construire et/ou à réhabiliter les infrastructures publiques (écoles, routes,…).

L'industrie et l'urbain à la fois s'influencent dans le sens où l'industrialisation et l'urbanisation s'émergent au niveau de l'occupation spatiale et dans cette condition vont de pair, et enfin qu'il existe un lien étroit entre l'urbanisation et l'industrialisation (E. Hebdo, Juin 2017). D'une part, lorsque l'industrie s'implante sur un lieu non-urbanisé, nécessite d'abord d'une terre viabilisée, ainsi que d'une main-d'œuvre, des infrastructures (routes) et des services publics (eau, électricité, logement, etc.). Ces atouts que va connaitre le site favorisent les agglomérations tout autour et attirent d'autres immigrants venant de l'extérieur. Arrivant en ville, elles s'intéressent d'avoir des bels construits dans leurs espaces restreints. Ici la ville est prise comme un organisme dont la fonction basique est importante et l'activité agricole est faible (A. Belhedi, 2010). Dans ce cas, l'industrialisation devient le grand facteur

d'urbanisation spontanée et plus particulièrement anarchique pour les centres urbains des pays sous-développés.

D'une autre part, lorsque l'urbanisation appelle l'industrialisation grâce à ses atouts jugés profitables et bénéfiques pour l'industrie qu'elle a apportée sur le milieu naturel, on assiste à des modifications assez profondes des conditions de vie des citadins (s'adapter au nouvel événement qui est l'usine). Attirée en ville par la présence des services publics divers, d'une main-d'œuvre abondante et facilement renouvelable, l'industrie y trouve aussi les vastes marchés de consommation qui lui sont indispensables pour écouler une production toujours croissante (J-P. Lacaze, 1995). C'est à partir de cet évènement que les villes subissent des pollutions et nuisances d'origine industrielle, d'où le « chaos est entré dans les villes », déclara Jean-Paul Lacaze en 1995 (J-P. Lacaze, 1995).

Partant de cet aspect *cohabitation* (urbanisation et industrialisation), on voudrait évoquer le terme Technopole comme l'émergence des formes les plus contemporaines du couple ville / industrie (C. Chaline, 1989) et le terme Technopôle au sens masculin. Une technopole est un centre urbain actif qui renferme des industries de haute technologie et la recherche (A. Belhedi, 2010). Dans un autre sens, la technopole est une cité/centre rassemblant les activités discordantes (la technologie et la résidence). Ces dernières sont à l'origine des dommages qui rendent vulnérable les centres urbains (majoritairement ceux des pays sous-développés) qui ne disposent pas des techniques d'autoprotection contre les pollutions et nuisances usinières.

C'est aspect technopole peut être envisagé au centre Cibitoke qui, aujourd'hui, abrite l'usine et l'urbain sur un périmètre qui n'a presque pas une dissociation au point de vue occupationnelle.

Enfin, un Technopôle est un parc technologique exclusivement des activités résidentielles (J. Beaujeu-Garnier, 1980). Ces technopôles sont en général implantés à la périphérie de grandes villes, à proximité de centres de recherche publics ou privés. Exemple de Silicon Valley en USA, Sophia Antipolis en France, El-Ghazala à Tunis, Technopôle de Nancy-Brabois, Inovallée de Grenoble, etc.

Partant d'ici, c'est bien entendu que les urbains sont quelque fois épargnés de ces pollutions industrielles même si l'atmosphère ne se fixe à un seul endroit.

5.2. Pollutions et Nuisances de l'usine du ciment

Avant de parler de la pollution, il est plus logique de jeter un coup d'œil sur la nuisance qui est une notion très large et très subjective par son utilisation. Elle est considérée comme ensemble de facteurs d'origine technique (bruits, poussières, vibrations,…) ou sociale (encombrements, bruits de voisinage) qui rendent la vie malsaine, pénible ou qui dégradent la qualité de la vie (F. Legent, 2012).

La nuisance industrielle peut avoir un effet sur la santé des êtres vivants à court, moyen et à long termes et sur le bien-être humain. Mais, elle peut aussi être employée dans d'autres contextes pour décrire la source d'un problème soit physique ou soit psychologique telle qu'un facteur de risque d'accidents, un contaminant ou un agresseur (exemple : bruits, poussières, gaz, etc.), d'où la possible confusion dans son utilisation. En outre, le terme anglais «annoyance» se traduit également en français «nuisance» pour inclure aussi la « gêne », le « dérangement », les « perturbations » ou le « mécontentement » auxquels on réfère dans d'autres documents comme la norme ISO/TS 15666 : 2003, le code de l'environnement de la république du Burundi du 30 Juin 2 000, chapitre IV, etc.

De plus, la nuisance industrielle particulièrement liée aux bruits des machines ou des camions fait état du dérangement ressenti et rapporté par les personnes en voisinage de l'usine en période de conversations ou d'éveil, ce qui diffère des effets mesurés sur les troubles du sommeil, tant pour les effets immédiats qu'à plus long terme.

Cependant, à côté de nuisance bruyante, on envisage l'autre type de nuisance dont émissions des poussières de ciment et celles en terre qui sont plus nocives à la santé des êtres vivants et au bien-être humain. La commission européenne (santé et sécurité) a fait savoir que : « *les poussières les plus dangereuses sont celles qui comportent de très petites particules invisibles à l'œil nu (comme les poudres fines). Elles sont suffisamment petites pour s'introduire dans les voies respiratoires, mais aussi, dans le même temps, suffisamment grandes pour rester emprisonnées dans les tissus pulmonaires ou dans les intestins*» (https://ec.europa-eu/taxation-customs/dds2/SAMANCTA/FR/safety/Dust-FR.htm).

Comme l'indiquer le Code de l'environnement du 30 Juin 2000 Titre V du premier chapitre, le concept de nuisance elle-même semble à la fois lié aux domaines de la santé environnementale lorsqu'il y a un « dérangement » ou une « gêne » pour l'homme au sein de son entourage ; de l'environnement lorsqu'il y'a une pollution de l'air (rejet des gaz et poussières sur les bâtis et la végétation), de l'eau, du sol ; du paysage urbain lorsqu'il s'agit de la pollution esthétique au sein de l'habitat, et du juridique. Ce dernier domaine a été le précurseur dans l'emploi du terme, ayant contribué à lui donner son sens premier de source des dommages dans l'urbain. A l'échelle du globe, la pollution atmosphérique a, dès maintenant, atteint un niveau dangereux (U.R.S.S, 1975). Les cas s'observent dans les grandes villes suite au rejet des polluants toxiques dû aux industries et aux transports, sous certaines conditions météorologiques défavorables. Sans ambiguïté, la nuisance d'origine industrielle provient des effets de pollutions liés au transport des approvisionnements jusqu'à l'obtention des manufactures et puis l'écoulement de ces dernières (sacs de ciment). L'énergie nécessaire pour l'usine en cas des activités industrielles engendre une complexité des problèmes socio-écologiques auxquelles on ne parvient pas à les échapper dans l'urbain, et qui sont encore une question centrale contemporaine.

Les bruits, les poussières, les fumées, les particules du ciment en suspension en provenance de l'usine du ciment sont pris tous comme sources de nuisances. Les poussières grises de ciment et les fumées circulent dans l'air ambiant à cause de la circulation des vents. Elles se répandent dans tout le paysage et constituent un grave danger pour les êtres vivants.

La région de l'Imbo connait des basses altitudes où le vent souffle du Sud au Nord ou vice-versa en suivant le couloir du fossé du lac Tanganyika. Cette circulation des vents est donc plus dynamique dans l'Imbo-Nord. Ils se déplacent au Nord à 12h-15h et au Sud à 15h-18h pour former des brises alternées. Une substance ajoutée artificiellement à un milieu a toujours une répercussion. Cet impact peut évidemment être plus ou moins important selon la concentration ; cette dernière peut augmenter par accumulation. Selon l'UNEP Year Book 2013, la pollution par les éléments toxiques (poussières et gaz), à l'extérieur du logement comme à l'intérieur, entraîne entre autres des maladies liées à des polluants qui peuvent être mortelles (annexe 4). Les poussières peuvent être définies comme un solide tout d'abord, réduisant en poudre ou en particules fines ou encore en grosses particules et qui peuvent être facilement transportées par le vent. Cependant, lorsqu'il s'agissait d'un dépôt pendant plusieurs mois, les effets physiques directs des poussières sur la photosynthèse contribuent

défavorablement à la croissance des plantes (D. Auclair, 1976).

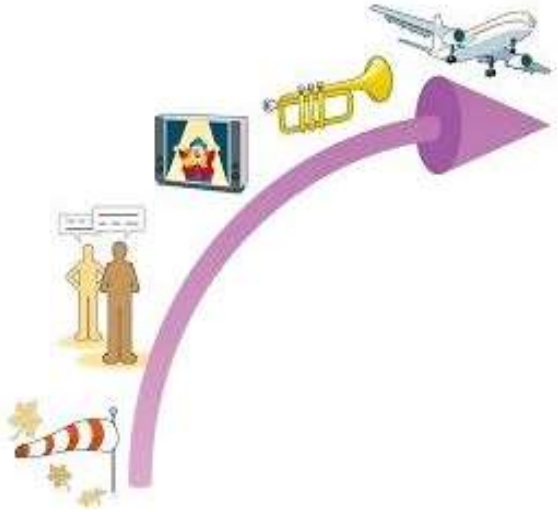
Le bruit par des machines à l'usine et le passage des camions peuvent être source de désagrément pour les communautés avoisinantes. Zsuzsanna Jakab, directrice régionale de l'OMS pour l'Europe a déclaré que « *la pollution sonore n'est pas seulement une nuisance environnementale mais aussi une menace pour la santé publique* » (OMS/Europe, 2011). Les niveaux sonores auxquels sont exposés les riverains de l'usine représentent un risque. Les nuisances sonores sont à l'origine non seulement de désagréments et perturbations du sommeil, mais aussi de crises cardiaques, de troubles de l'apprentissage (bruit fatigue la mémoire, ce qui rend difficile une tâche de lecture ou d'écriture et de s'endormir) et d'acouphènes. Non seulement cela fait mal aux êtres humains, mais c'est aussi grave pour les comportements de nombreux animaux urbains tels que les oiseaux, les grenouilles et les insectes, ainsi que la communication acoustique dont ces niveaux sonores dépendent pour leur survie (https://unric.org/fr/la-pollution-sonore-une-menace-pour-la-sante-des-humains-et-des-animaux/) . Les bruits dans notre vie quotidienne sont compris entre 30 dB et 90 dB. Les bruits situés au-delà de 90 dB proviennent essentiellement de la vie professionnelle (usine/industrie).

Pour cela, le bruit émis par la machine complexe comme celle du ciment peut atteindre jusqu'au plus de 90 décibels (https://www.acoustix.be/fr/isolation-acoustique/actualités/echelle-des-decibels-comparaison-des-niveaux-de-bruit-en-db) (le décibel mesure l'intensité du son), autant que ceux d'une boite de nuit et certains hobbies (musique) ou autant que le bruit strident d'une sirène d'ambulance ou d'un klaxon d'un véhicule. Avec l'intensité de 85 dB (le niveau de Bruit d'une cantine bruyante) chez le citadin qui s'y expose une longue durée, cela lui devient dangereux pour l'intérieur des oreilles ; peu à peu, on n'entend plus les sons de volume très bas donc compris entre 10dB et inférieur à 40 dB ; car, le 0 dB quant à lui, correspond au silence complet. Pour l'atteindre, il faudrait être dans une pièce sous vide ou aller dans l'espace pour obtenir un niveau de bruit de 0 dB (https://www.toutsurlisolation.com/identifier-un-probleme-de-bruit). Même un bruit qui dépasse 85 décibels, comme celui d'un camion diesel, est un risque pour l'audition quand il est répété (A. Diarra, 2018).

Un bruit d'une machine de transformation doit être un son intense à cause de ses activités intenses qui nécessitent une haute combustion pour grignoter des matières dures. Une sensation sonore en provenance des machines perçue par l'oreille est engendrée par une vibration acoustique. Ce n'est donc rien d'autre que de l'air qui vibre au moment du fonctionnement des machines. C'est cette vibration d'air captée par le conduit auditif (pavillon) et le tympan qui

va transmettre le bruit au cerveau.

Néanmoins, tous les sons ne sont pas considérés comme une pollution sonore. Un son devient un bruit lorsqu'il est jugé désagréable voire dangereux donc supérieur à 65décibels (https://belowzerofarfreezing.com/fr/pollution-sonore/). Le son de la machine varie l'intensité de bruit dépendamment des heures de travail et de la phase entamée (concasseur ou broyeur). Bien entendu que le son ne se transmet pas seulement dans l'air mais dans tous les milieux (solides, liquides ou gazeux). Par ailleurs, dans le vide, qui ne contient aucune matière, aucun son n'est transmis (https://www.bruit.fr/images/stories/pdf/guide-bruit-sante-cidb-2013.pdf). Le niveau sonore indique l'intensité d'un bruit (ou d'un son) par rapport à une échelle de référence : de 10 à 130 décibels (figure 1), la pression acoustique correspond à des sources de bruit de natures différentes et engendre des perceptions allant du calme (inférieur à 40dB) à la douleur (au-dessus de 120 dB).



- de 100 à 130 dB : seuil de la douleur. Atelier de chaudronnerie, marteau-piqueur, moteur d'avion à réaction au sol.

- de 80 à 100 dB : bruits dangereux. Passage d'un train ou d'un camion, musique forte, industrie.

- de 60 à 80 dB : bruits fatigants. Rue très animée, télévision.

- de 40 à 60 dB : bruits gênants. Bureau calme, conversation à niveau normal.

- de 10 à 40 dB : bruits légers. Bruissement du vent dans les feuilles, désert, appartement calme.

Figure 1: Echelle des bruits en décibels
Source : https://www.toutsurlisolation.com/identifier-un-probleme-de-bruit (consult.le12/8/2021)

Bien visible sur l'échelle que l'émission sonore par l'industrie du ciment se situe au seuil de 80 à 100 dB (obtenu sur terrain). Cependant, la nuisance sonore ou olfactive, sont des indicateurs socio-sanitaires majeurs parce qu'ils permettent d'évaluer respectivement les effets du bruit et du gaz odorant environnementaux sur la santé et la qualité de la vie de la population urbaine (Rapport de l'Institut national de santé publique du Québec, 2019). L'industrie de ciment émet des lourdes émissions de poussières et des gaz volatils dans l'air et produit environ 5 % des émissions artificielles de CO_2 dans le monde, dont 60 % sont issues du volet chimique du processus de fabrication de ciment et 40 % de l'utilisation des ressources énergétiques

(essence, kérosène ou diesel) (https://machroniue.com/impacts-negatifs-de-la-fabrication-de-ciment-et-voies-de-solutions).

Quant à la nuisance olfactive, elle concerne toutes les nuisances qui affectent, touchent le domaine de l'odorat notamment les gaz d'échappement des diesels, les fumées rejetés par les tuyaux d'échappement ou produites par une combustion incomplète de charbon (CO_2), les poussières, les parfums ou vapeurs (zinc, cuivre et plomb), charbon calcaire, ciment, …en mélange avec l'air ambiant qu'on respire.

La nuisance esthétique, est-elle aussi un indicateur socio-économique parce qu'elle permet d'estimer les effets des poussières sur les édifices et ceux de fissuration des murs des maisons en milieu urbain.

Quant à la nuisance sonore, elle peut être définie comme un concept psychologique qui décrit une relation entre une situation acoustique et une personne qui se sent obligée, à cause de nuisance bruit, de faire des choses qu'elle ne veut pas faire ou de rapporter des réactions comportementales (exemple : fermeture des fenêtres, mettre le téléphone en haut-parleur en cas d'appel, monter le volume de la radio ou du téléviseur) ou exprimer une large gamme d'émotions négatives, comme : le dérangement, la gêne, l'inconfort, le sentiment d'impuissance, la dépression, l'anxiété, l'accablement, la détresse, le stress, l'irritation et la colère(https:// www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/documents/bruit-environnemental/figure-2-proportion-personnes-fortement-derangees.pdf).

Il semble vrai que les nuisances d'origine industrielle en milieu urbain sont un phénomène très dangereux et complexe, surtout sur l'avenir des citadins et ses activités, que d'autres types de nuisances de voisinage (bruits de voisinage par exemple). Elles désignent une pollution intolérable soit liée à l'approvisionnement, au transport (livraison des produits), au stockage, à la gestion des résidus, à la transformation intense ou à la production de produits dangereux sous une forme et en une quantité importante.

Certains auteurs « Georges Benko et al. en 1992 » définissent brièvement la pollution comme une altération du milieu naturel et/ou du cadre bâti par des corps toxiques ou des déchets (G. Benko et al., 1992) . Cependant, les villes sont devenues l'épicentre d'un type de pollution du fait que les industries veulent concentrer leurs activités dans les villes où elles rencontrent les moyens de production et de livraison. D'une manière générale, la pollution est un sous-produit de l'activité humaine qui peut toucher l'atmosphère**,** le sol ou les eaux et l'habitation**.** Elle peut

aussi affecter d'une façon directe ou indirecte la santé humaine, les espèces animales ou végétales et la beauté du paysage, etc. Mais ce qui est encore plus grave, c'est le bruit des moteurs et des machines industrielles, dans les usines de fabrication, surtout si elles se trouvent en agglomération (https://machroniue.com/impacts-negatifs-de-la-fabrication-de-ciment-et-voies-de-solutions).

D'après l'article 14 alinéa 21 du Code de l'environnement de la République du Burundi du 30 Juin 2000, la "Pollution" : est toute contamination ou modification directe ou indirecte de l'environnement provoquée par tout acte et susceptible d'entraîner une gêne ou un danger pour la santé, la sécurité et le bien-être des personnes ou une atteinte ou des dommages au milieu naturel ou aux biens.

Ce même code essaie de définir clairement les éléments funestes pour l'air ambiant dont les gaz, les fumées ou les particules solides ou liquides, corrosives, toxiques ou odorantes, de nature à incommoder la population, à compromettre la santé ou la sécurité publique ou à nuire à la production agricole, à la conservation de l'habitat humain ou au caractère des sites.

Donc, dans notre travail, la pollution de l'environnement urbain est d'origine cimentière. Elle est définie comme les émissions de phénomènes physiques (bruits ou son intense de la machine à l'usine ou des camions, les fumées et les poussières en provenance des équipements de l'usine, particules de matériaux utilisés) et chimiques (gaz et fumées contenant de CO_2 jetés dans l'atmosphère en provenance des moteurs et des machines). Ils sont engendrés par l'usine du ciment dans des conditions telles qu'ils sont susceptibles d'affecter les éléments fondamentaux du centre urbain et de perturber les conditions d'existence du bien-être.

5.3. Environnement naturel et Environnement urbain

Les deux mots toutefois évoqués dans le texte sont des notions qui pourraient apporter des équivoques en l'entendement du lecteur parce qu'ils ont une certaine similarité et convergence au niveau du sens large du terme « environnement ».

Si on évoque le « naturel » ou l' « urbain », on sous-entend que les deux à la fois sont divergents en termes de leur signification propre. Au sens étroit, qui est naturel, c'est quelque chose qui est relative à la nature donc pure contrairement de l'urbain déjà définit, qui soulève l'idée d'anthropisation, d'artificialisation d'un milieu qui est avant naturel. Au sens pur du terme, environnement naturel (eaux, air, végétation, sols, relief), excepté l'intervention humaine ; au

sens large, éléments naturels et matériels (habitats, voies de communication, urbain, monuments,…), mais aussi des personnes, leurs activités, leurs relations, leurs institutions, leurs cultures. C'est tout ce qui nous entoure et agit sur nous ; l'environnement s'analyse à plusieurs échelles, locale, régionale et au-delà (Anquetil-Peyralbes, N. et al., 1993).

Nous abordons jusque-là avec cette notion de l'environnement à double aspect, le cadre écologique de l'implantation industrielle dans le centre urbain. Si on essaie de définir le seul mot « Environnement » on donne un avis global pour faire apparaitre les deux termes (naturel et urbain) à la fois. Il est défini également comme un ensemble des conditions naturelles et plus socio-culturelles constituant le cadre de la vie d'un individu et sont susceptibles d'agir sur lui.

En plus, le code de l'environnement de la République du Burundi du 30 Juin 2 000 dans son article 12, l'environnement est défini comme un ensemble des éléments naturels et artificiels ainsi que des facteurs économiques, sociaux et culturels qui conditionnent l'existence, la transformation et le développement du milieu, des organismes et des activités humaines. L'environnement burundais constitue un patrimoine commun dont la sauvegarde incombe à l'Etat, aux collectivités locales, aux organismes publics et aux citoyens, individuellement ou groupés en association.

Le mot urbain qui a trait dans la ville, fait intervenir l'idée de l'environnement urbain. Avant de l'être, il faut le milieu naturel apte au lotissement et à la viabilisation. C'est alors savoir que si on évoque le mot "environnement urbain", on veut signifier que tous les éléments composant l'urbain entrent directement dans ce cadre-ci.

Le centre urbain de Cibitoke entre dans ce cadre de vue par la présence des activités socio-économique, administrative et de la cimenterie sur le milieu urbain qui sont prêtes à permettre de faire une étude pour mieux gérer cet environnement urbain. Dans le lexique de la géographie humaine et économique de 1992, y fait savoir que dans les villes ou centres urbains où le cadre construit prédomine sur le territoire, le mot environnement fait d'abord référence aux aspects architecturaux, économiques, industriels et sociaux du milieu qui va enfin être pris comme environnement urbain (G. Benko, 1992).

Protéger l'environnement urbain c'est de gérer d'une manière organisationnelle et équitable le bien-être urbain ; on sous-entend les habitants et ses activités quotidiennes, les infrastructures et les espaces dits naturels et sans oublier l'aspect réglementaire de l'occupation du centre urbain.

Environnement urbain est donc conçu, d'après les auteurs, comme une revue interdisciplinaire consacrée à l'étude des rapports que les sociétés urbaines entretiennent avec leur milieu de vie. Plus spécifiquement, elle aborde la problématique de l'environnement, qu'elle situe au croisement des sciences sociales et des études environnementales (INRS, 2007). Ainsi, on a pu admettre qu'aucune définition de l'environnement urbain ne peut être considérée comme exhaustive si l'on retire les aspects sociaux et culturels et leur influence exerçant sur l'environnement naturel.

5.4. Ciment et ses effets funestes

Le ciment est un produit très vital d'une large utilisation, non seulement pour la construction des bâtiments et faire le bétonnage, mais aussi au niveau du grand public. Il est de type industriel obtenu à partir de la combinaison des différentes matières premières. Le ciment est un liant hydraulique (c'est-à-dire : il est capable de faire prise, de durcir et de développer des résistances à l'air comme dans l'eau) fabriqué à partir du calcaire et d'une source de silice et d'alumine telle que l'argile : 80 % plus 20 % respectivement (INRS, Avril 2002). Il est également défini comme un produit moulu du refroidissement du clinker qui contient un mélange de silicates et d'aluminates de calcium porté à 1450-1550 °C, température de fusion.

Les éléments de base (la chaux CaO, l'alumine Al_2O_3, la ferrite Fe_2O_3 et la silice SiO_2) sont contenus dans beaucoup de pierres (S. Bouzenad et K. Medfouni, Juin 2016). Le ciment se fabrique en faisant concasser et chauffer, dans un four rotatif, un mélange composé d'environ 80 % de calcaire (source de calcium) et de 20 % de matériaux divers, dont de l'argile, source d'aluminosilicates, et du sable. Ces matières premières sont broyées et mélangées pour assurer une composition régulière: carbonate de calcium ($CaCO_3$), 77 à 83 % ; silice (SiO_2), 12 à 14 % ; alumine (Al_2O_3), 2 à 4 % et oxyde ferrique (Fe_2O_3), 1,5 à 5 %. Le mélange est ensuite séché, broyé et cuit à 1 450 °C. Le produit obtenu est appelé clinker Portland (P. Griffin et al., 2016) (mélange cuit des différentes matières premières). Après, ce clinker est aussi mélangé du gypse à 5% avec des autres ajouts minéraux éventuels pour obtenir automatiquement le ciment. La calcination du clinker décompose le carbonate de calcium ($CaCO_3$), du calcaire en chaux (CaO) et en dioxyde de carbone (CO_2).

L'énergie nécessaire au procédé représente environ 40% des émissions, mais 60 % provient du mélange calcaire-argile, qui libère du carbone sous forme de CO_2 lors qu'il se transforme en ciment.

Pour produire ce ciment relève d'une industrie lourde et complexe avec des équipements géants (https: www.futura-sciences.com/maison/question-reponses/batiment-gacher-beton-betonniere-2276/), qui consiste à transformer les ingrédients de base (le calcaire, la latérite, le gypse et l'argile) dans des fours puissants avec des flammes atteignant une température de 2 000ºC. Or, une telle combustion est rendue possible grâce à des carburants fossiles (essence, kérosène ou diesel), qui génèrent du CO_2 dans l'atmosphère (https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/climatologie-atmosphere-850/). Au moment du concassage, du broyage et d'un mélange, les machines ne dégagent que, non seulement le dioxyde de carbone dans l'air, mais également les poussières grises ou sous forme des particules, les bruits et les fumées nauséabondes qui sont gênantes à respirer. L'exposition aux poussières de ciment peut se trouver à deux niveaux : soit au niveau de la production du ciment dans la cimenterie, soit au niveau de l'utilisation du ciment en tant que produit fini dans les chantiers. En plus du contact cutané, les deux voies de pénétration des poussières de ciment dans l'organisme sont l'inhalation et l'ingestion. L'inhalation de poussières de ciment serait susceptible de provoquer des problèmes respiratoires : asthme, altération de la fonction respiratoire, cancers gastro-intestinaux (œsophage, estomac, colon et rectum), symptomatologie chronique (INRS, 2002).

Le ciment peut être produit en utilisant soit par voie humide ou par voie sèche (CIMERWA LIMITED RWANDA, Juillet 2010) . La fabrication de ciment suppose des activités de transport de matériaux poussiéreux ou pulvérisés entre l'extraction des mines et le chargement, la transformation et la livraison du produit fini. En effet, les émissions de particules polluantes constituent la principale source d'effets négatifs sur l'environnement et la santé. Le processus de fabrication du ciment semble être identique, du point de vue du principe, pour la quasi-totalité des cimenteries. En termes de quantités, pour 1000 kg de ciment produit, il y'a une émission de 900 kg de CO_2 (https://machroniue.com/impacts-negatifs-de-la-fabrication-de-ciment-et-voies-de-solutions).

Enfin, pour fabriquer le ciment, il faut nécessairement 4 éléments essentiels qui sont: le calcaire, l'argile, la latérite et le gypse ; traiter en étapes de l'approvisionnement jusqu'à l'ensachage (M. H. F. Diadhiou, Juillet 2008) . Parmi ces quatre éléments, la région de Cibitoke dispose d'un calcaire extrait sur la colline Binyange et d'autres mines en réserves.

CHAPITRE 1. LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE ET METHODOLOGIE

1.1. Historique de la zone d'étude

La région de Cibitoke était sous régime de la province Bubanza avant que l'Etat ne prenne une politique de la transformer en province. Dans les années 80, la délimitation du centre de Cibitoke était caractérisée par d'importantes réserves foncières constructibles, cependant occupées en grande partie au Sud et au Nord par des paysannats. A l'Ouest du noyau administratif se trouvaient les grandes réserves foncières occupées par l'agriculture (Centre des Nations Unies pour les Etablissements Humains et Ministère des Travaux publics, Energie et des Mines, 1985).

Au Burundi, le phénomène de restructuration urbaine ne date que des années 1980 et plus précisément, le concept ville et la classification des centres urbains n'ont eu lieu qu'en 1986 (P. Bakevya et al., 2002) . C'est à partir de cette période que la plupart des opérations d'aménagement des espaces urbains verront le jour. Le centre urbain à caractère résidentiel et administratif a été mis en place lors de la circonscription administrative de la province Bubanza par le décret du 24 septembre 1982 donnant l'accès à une région de Cibitoke une volonté de régionalisation des structures administratives et une amorce d'aménagement du territoire (J.E. Bidou et al, Octobre 1991). A partir de cette loi, l'actuel centre urbain de Cibitoke, situé à 64 km de la capitale économique du pays, octroyait un rôle extrême d'être un site qui devra abriter la capitale de la province Cibitoke dans le programme de promouvoir les centres urbains secondaires de 1985.

Soulignons ici que, après la dotation administrative autonome pour Cibitoke, l'exercice du pouvoir politique local et l'administration mis en place de la province étaient de conduire à créer ou renforcer un réseau d'une ville au chef-lieu en plus. Pour cela, il était devenu avec prestige un centre administratif, résidentiel, sanitaire, scolaire et désormais industriel (usine du tabac BTC : Burundi Tobacco Company). En 2011, est édifiée au centre urbain une usine du ciment de l'entreprise BUCECO, spécialisée pour la transformation des matières minières en ciment et la commercialisation.

1.2. Situation géographique de la zone d'étude

Le centre urbain de Cibitoke est une entité territoriale urbaine qui se situe dans la zone Cibitoke. Il s'étend au Nord-Ouest du Burundi avec une population de 50 000 habitants en 2019, une

densité de 9 434 hab./km² et une démographie qui s'étend sur une superficie de 530 ha soit 5,3km² (https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Cibitoke).

La zone Cibitoke est l'une des trois zones (Rugombo, Kiramira et Cibitoke) constituent administrativement la commune Rugombo. Cette zone dans laquelle loge le centre urbain de Cibitoke est limitée au Nord par la zone Rugombo ; à l'Est par la zone Kiramira au Sud-Est par la commune Buganda ; à l'ouest par la rivière Rusizi qui constitue la frontière avec la République Démocratique du Congo (Figure 2*)***.**

La zone Cibitoke se subdivise en trois secteurs dont le secteur Rusiga; le secteur Kagazi et enfin le secteur Cibitoke qui est le noyau du centre urbain de Cibitoke. Dans le rapport final de 1985 sur les centres secondaires du Burundi, on a défini le périmètre urbain du centre Cibitoke qui est alors tracé à l'Est par la limite naturelle de la rivière Nyamagana, au Sud et Nord par des trames de paysannat, à l'Ouest par la ligne de relief de 900 m. Ce dernier se situe dans les basses terres du Nord-Ouest de la région naturelle de l'Imbo où la circulation atmosphérique est bien très dynamique. Les effets des contrastes thermiques du lac et de la plaine se combinent à ceux de la canalisation de la circulation dans le fossé du lac Tanganyika pour donner un système de brises alternés particulièrement vigoureuses (J.E. Bidou et al, Octobre 1991). Ce centre urbain se trouve sur une altitude de 923 m avec un relief vraisemblablement plat autour de lui montrant quand-même un léger aspect de colline du Nord au Sud en dénivellation très faible (Centre des Nations Unies pour les Etablissements Humains et Ministère des Travaux publics, Energie et des Mines, 1985). Au cours de l'année, la température varie entre généralement de 19°C à 31°C et est rarement inférieure à 18°C ou supérieure à 33°C (https://fr.weatherspark.com/y/95885/M%C3%A9t%C3%A9o-habituelle-%C3%A0-Cibitoke-Burundi) et les précipitations sont de 940 mm en moyenne (J.E.Bidou, Diadhiou, Octobre1991).

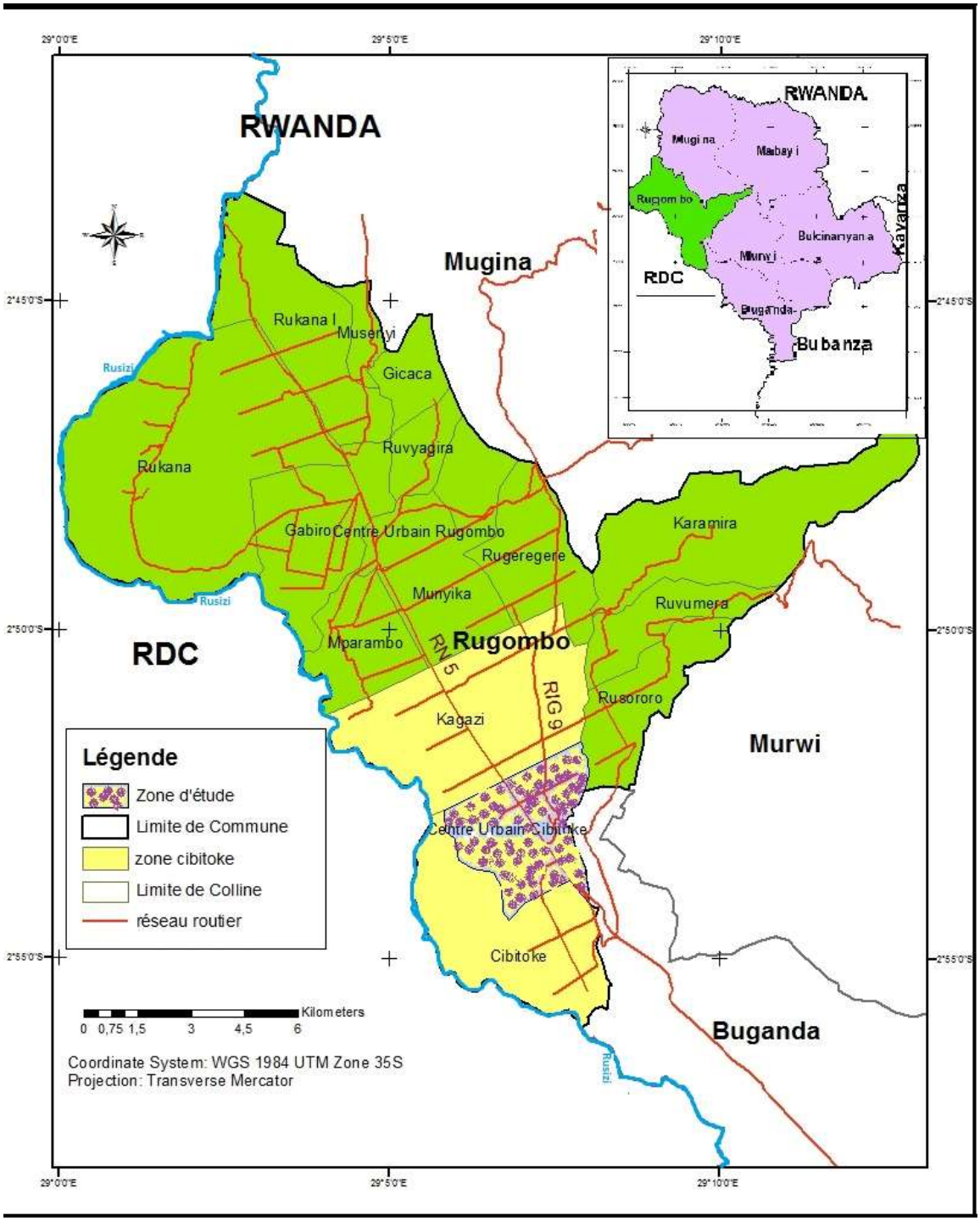


Figure 2: Géolocalisation de la zone d'étude sur la carte de la commune Rugombo
Source : Auteur sur base de Burundi Administrative Map, 2020

1.3. Activités socio-économiques de la zone d'étude

Pour bien identifier les activités socio-économiques du centre urbain dans sa totalité, on ne peut en aucun cas réduire automatiquement l'analyse à la seule approche économique. Il faut y associer étroitement les pratiques sociales, c'est-à-dire, comme l'indique Jacqueline Beaujeu-Garnier en 1977, « le rôle que jouent les éléments qui composent l'espace» et les«

comportements», les «besoins», les «valeurs» que leur attribuent les individus. De plus de 78.587 d'habitants de la population de la commune Rugombo en 2008 (République du Burundi, 2008), mais projetée à 122 703 habitants dont 61 165 masculins et 61 538 féminins en 2021 (ISTEEBU, février 2020). Le centre urbain de Cibitoke seul compte 50 000 habitants.

Du point de vue socio-économique du centre urbain de Cibitoke, les activités économiques sont très nombreuses et variées. On ajoute l'agriculture irriguée qui s'exerce à la périphérie du centre et au marais du lac Dogodogo. Pour les catégories socio-professionnelles des occupants du site, on peut dénombrer les trois principales activités notamment les activités administratives (les bureaux provinciaux pour l'administration générale de l'Etat, le palais provincial, le tribunal de grande instance, camp militaire, hôpital Cibitoke, les sièges des ONGs locales ; les activités commerciales (le marché central de Cibitoke, les stations d'essence, les bars, les hôtels, les filiales bancaires, les micro-finances, les pharmacies, les agences de voyage, les restaurants, le parking, les ateliers de menuiserie, soudure et couture, les studio, les magasins, les boutiques et les kiosques, et les activités socio-culturelles telles que Centre médical SOS Cibitoke, l'Université Polytechnique Intégrée (U.P.I), le lycée de Cibitoke et LTC (Lycée Technique de Cibitoke), les écoles primaires, les églises (Paroisse catholique, Méthodiste libre de Karurama, Adventiste du 7^{e} jour, église des témoins de Jéhovah, etc.).

À côté de ces atouts socio-économiques du centre, le centre urbain de Cibitoke possède une cimenterie importante dont BUCECO (photo n^{o}1), spécialisée dans la fabrication et la commercialisation du ciment. Cette dernière fournit du travail aux jeunes de la région et même aux étrangers (les chinois qui y travaillent).

1.4. Méthodologie de recherche

Pour aboutir à des résultats fiables pour notre recherche, la démarche méthodologique choisie consiste d'une part à la documentation bibliographique et d'une autre part aux descentes sur terrain.

1.4.1. Schéma de la recherche

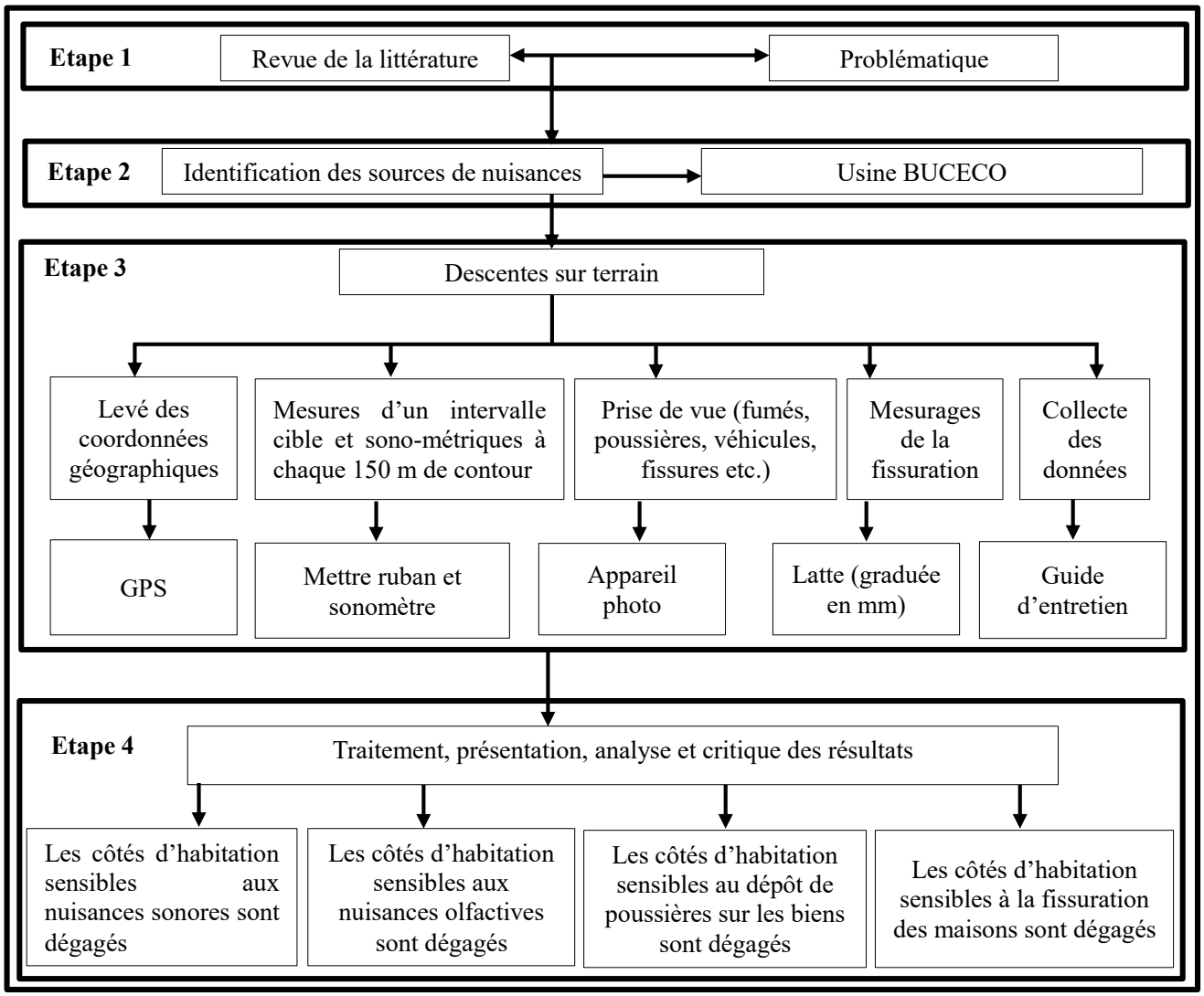


Figure 3: Schéma conceptuel du travail
Source : Auteur

La méthodologie est organisée ainsi : La consultation des documents livresques tels que les ouvrages généraux sur l'industrialisation, l'aménagement du territoire et l'urbanisation nous sont d'une grande importance. Des revus, des rapports, des publications, des thèses, des articles, des mémoires, des différents sites internet du gouvernement et des associations qui ont de l'expertise dans le domaine sont consultés. Une importance est accordée aux enquêtes sur terrain (tout d'abord visites de terrain, l'observation directe, entretiens compréhensifs, témoignages et quelques récits de vie) que nous avons effectués dans le centre urbain de Cibitoke auprès des ménages tout autour de l'usine en usant un guide d'entretien administré auprès des agents de l'usine et des autorités administratives. Enfin, les populations locales concernées sont consultées (Ménages, les détenteurs des parcelles non construites).

1.4.2. Matériels et méthodes

1.4.2.1. Matériels

GPS : Il est utile au prélèvement des coordonnées géographiques des foyers proche de l'usine se trouvant dans les 150 m en suivant les 4 côtés d'habitation afin de les mettre sur la carte. Le GPS utilisé est de marque Garmin etrex 22x (image 1) avec 3 m de précision.

Image 1*:* GPS utilisé

Le **sonomètre** a servi à mesurer le niveau sonore/bruit (image 2) produit par les équipements de l'usine et sur le passage des camions au tonnage important.

Image 2 *:* Sonomètre utilisé

L'**appareil photo** nous a été utile pour identifier les bâtis pollués par les poussières ou par les particules de ciment, le dépôt des poussières de ciment sur les feuilles des végétaux et les murs des maisons fissurées sur le long du passage des camions de l'usine.

Le logiciel de la **cartographie Arc Gis** a été utilisé pour fournir une carte de la zone d'étude.

Un **guide d'entretien** : Ceci a permis d'analyser les données sono-métriques, les données olfactives, les données sur la perte esthétique du paysage urbain.

Une **latte en centimètre** : Les mesures des fissures (image 3) sur les murs des maisons en fissures sont prélevées grâce à celle-ci.

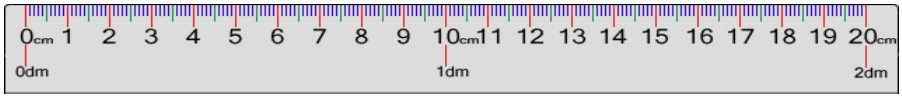


Image 3*:* Latte en centimètre utilisée

Mètre ruban : communément nommé Décamètre, cet outil aide à déterminer avec mesure les 150 m pour 4 façades d'habitation contournant l'usine et les subdiviser en mailles de 50 m pour chaque façade.

Image 4 : mètre ruban utilisé

1.4.2.2. Méthode et outils

Tout au long de cette étude, nous avons été munis d'un Guide d'entretien préétabli pour recueillir les avis de la population du centre urbain de Cibitoke, en particulier les ménages autour de l'usine BUCECO. Il était également vital d'interroger les administratifs de la zone Cibitoke. En plus, des prélèvements des coordonnées géographiques sur les 4 côtés d'habitation ont été effectués. Les ménages jugés à risques de nuisance sonore et sous menaces de pollution, intervalle de 0 à 50 m, 50 à 100 m et 100 à 150 m sur les 4 côtés d'habitation, ont été entretenus.

Le guide d'entretien a été soumis à quatre personnes par ménages s'il y en a, réparties en deux tranches d'âges (jeunes de 18 à 45 ans et les personnes âgées de plus de 45 ans). Ce critère de tranche d'âge a été motivé par le fait que un jeune de 18 ans à 45 ans s'est considéré comme adulte, sait s'exprimer face aux problèmes persistant sur son entourage et ayant une vision tout à fait différente de celle des personnes âgées sur le site parce qu'il a une garantie d'y vivre. La vulnérabilité sanitaire est également différente de celle des personnes âgées.

Les ménages enquêtés étaient situés tout près de l'usine et de l'axe principal de passage des camions, qui sont des points chauds des pollutions et nuisances diverses. A l'aide d'un décamètre, les mesures de 150 mètres sur tous les 4 côtés d'habitation et la subdivision en mailles de 50 m pour chaque côté d'habitation ont été utiles pour étudier en étape le degré de vulnérabilité selon distance-usine et pour entrer en détails les répercussions socio-environnementales que subit le centre urbain.

L'entretien avec les habitants de ces ménages a été consensuel (lié à l'acceptation de ces derniers). Il s'effectue pendant la journée donc de 9h00′ à 12h00′ et 14h00′ à 17h00′. En effet, seuls les ménagers qui nous ont ouvert la porte et qui sont en norme de tranche d'âge ont fait objet de l'entretien. Le mesurage sono-métrique (niveau sonore) s'opère de la journée et la nuit donc de 9h00′ à 12h00′ et 14h00′ à 17h00′ et de 18h00′ jusqu'à 22h00′, car les nuisances sonores se font sentir en général toute la journée et en particulier la nuit. Excepté la prise des photos des maisons et des plantes empoussiérées et fissurées, le levée des coordonnés géographiques, le mesurage d'un intervalle cible de 150 m et le mesurage des fissures qui étaient réalisés pendant la journée (9h à 17h00′). Pour le son de la machine, l'intensité est beaucoup plus élevée lors du concassage et du broyage des mines à partir de 18heures. Ce qui constitue une bonne occasion pour prélever le niveau sonore. Pour les fissures, le niveau d'élargissement des fissures des murs augmente selon les distances par rapport à la voie d'approvisionnement. Le traitement des données va être confronté aux autres études et aux témoignages.

1.5. Difficultés rencontrées

Les non-accès et non-autorisation à la documentation auprès de certaines institutions notamment le bureau communal de Rugombo, le bureau provincial de Cibitoke ainsi que la direction général de l'usine BUCECO ont eu d'impacts sur notre travail.

En effet, la non-réponse par ces derniers aux demandes leurs adressées a porté un fardeau lourd à l'accès aux données de premier main, fiables et explicatives. L'absence des données statistiques pour le CDS et pour l'hôpital Cibitoke est devenu la source d'imprécision aux données en rapport avec les maladies respiratoires, cancers, cardiovasculaires, ou symptomatologie chronique.

Au moment de collecte des données sur terrain, certaines personnes enquêtées ont répondu

difficilement à nos questions car ils ont peur surtout qu'ils ont une plainte avec l'usine[1] en la matière devant le tribunal.

L'enregistrement de décibels pendant la nuit a aussi été difficile parce qu'il n'y avait pas des lampadaires publiques pour mieux éclairer le site.

D'autres problèmes subsistent. Le manque d'un instrument olfactométrique ne nous a permis d'avoir des résultats fiables pour la teneur des polluants dans l'air ambiant en exprimant la concentration de l'odeur par mètre cube d'air.

Nous n'avons pas eu également la chance d'approcher les portails de l'usine du ciment pour prendre le maxima de décibels des machines et les photos des machines utilisées. En effet, il est strictement interdit de s'approcher de l'endroit et le contour est surveillé de jour et de nuit.

[1] Information recueillie sur terrain auprès des habitants entretenus

CHAPITRE 2. IMPACTS DES ACTIONS DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL SUR L'ENVIRONNEMENT URBAIN

Les activités d'origine industrielle sont plus complexes et diversifiées du fait que toute unité de production a besoin d'une étendue spatiale, énergie, équipements, main d'œuvre importante et qualifiée, matières premières en quantité, transport, etc. L'industrie cimentière est d'une part, un secteur d'activités qui compte quelques impacts positifs sur la société (emplois et d'autres services), et d'autre part, une part négative non négligeable sur l'environnement urbain (pollutions et nuisances diverses). En revanche, aujourd'hui, elle est, d'une façon globale, à l'origine de 5% de la pollution mondiale (Dynia-Ethic, 2020). L'activité industrielle suscite également une sorte de migration à la recherche des emplois.

Lorsqu'on industrialise le centre urbain, comme celui de Cibitoke, l'environnement urbain devient de plus en plus fragile face à ces fortes activités concentrées et complexifiées (production, approvisionnement et transport). Ces derniers sont principalement à l'origine de différentes pollutions et nuisances sur le centre urbain. Les effets funestes sur l'environnement urbain relèveraient des décisions rigoureuses d'élus locaux prises souvent en concertation avec les associations en matière et les urbains (M. Barrière et al., 1982). S'il ne s'agirait pas des interventions préalables et de mécanisme de protection de l'environnement urbain ou de solutions viables de la part des hommes politiques au niveau communal, provincial que national pour éviter ou atténuer ces dommages ; les ménages proches du point chaud de l'usine se plaignent en outre et demeurent en mécontentement de la dégradation de leur milieu urbain. La fabrication du ciment est l'une des activités industrielles les plus émettrices des polluants et sont aussi sources des nuisances. A titre d'exemple, le calcaire utilisé dans l'usine cimentière à lui seul émet dans l'atmosphère 60% du CO_2 lorsqu'il se transforme en ciment (https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/rechauffement-climatique-fabrication-ciment-participe-t-elle-rechauffement-climatique-4090/).

Les menaces environnementales en milieu urbain liées à la pollution des usines ou industries en général deviendraient dans le temps moderne une priorité pour nos sociétés qui suscitent l'engouement sur la volonté d'un développement durable (exemple de Protocole de Kyoto de 1997) ; mais aussi c'est un enjeu majeur au niveau international. Prévenir contre ces menaces doit impliquer non seulement les intervenants locaux (zonal, communal ou provincial), mais aussi au niveau du politique national et transnational.

Des facteurs entrent en jeu pour localiser les activités industrielles, le cimentier en particulier dans le milieu urbain, et peuvent intervenir au bon escient dans le choix au moment d'investissement.

2.1. Facteurs de base pour l'implantation de l'usine au centre urbain

Le choix d'un site tient compte des inquiétudes d'approvisionnement en matière première, du transport adéquat et de la possibilité d'évacuer les déchets par voie soit de l'eau, soit de l'air ou soit de les transporter vers la nature. L'usine s'y repère grâce à des atouts par lesquels représente le site et qui sont mis en rapport et prennent de l'effet socio-économique. Jacqueline Beaujeu-Garnier écrit que :

> « toutes les villes n'ont pas le même niveau de développement industriel, ni à même gamme de spécialités. Elles n'ont pas connu les mêmes phases de développement. La physionomie des implantations industrielles est donc extrêmes variable. Enfin, le niveau technique, les contraintes d'urbanisme et la capacité financière des milieux d'accueil ne sont pas identiques, et la nature des entreprises qui s'y installent sont également variables » (J. Beaujeu-Garnier, 1980).

D'une manière générale, la localisation d'un établissement industriel ou d'un ensemble d'industries s'explique généralement par la recherche des meilleurs prix de revient (taux d'intérêt encaissé) sur les actions effectuées et écoulées**.** L'entrepreneur d'une cimenterie par exemple s'installe dans un endroit qui lui fournisse au minimum de matières de base entre autres l'adduction en eau, énergie électrique, facilités de logement pour son personnel (les hôtels, appartements de location), voie de communication décente (route moderne), services sanitaires proches, central téléphonique ou poste de police ou en plus des matières minières en présence. Pour le travailleur, la taille du marché du travail a aussi un effet positif indiscutable (J-P. Lacaze, 1995). L'autre facteur principal de la localisation est d'avoir sur place la main d'œuvre à bon marché, organisée et abondante. Ce facteur est dit « principal » (P. Guillaume, 1994).

La région de Cibitoke est riche en matière première pour l'industrie de cimenterie. Cette dernière possède notamment les calcaires : site de Samwe ; argile « *ingungwe* » : site de Ruhagarika, pouzzolane : site de Binyange, larmston : site Dogo Dogo ; en main d'œuvre, en réseau de transport, en services publics, prestataires de service du secteur privé : banques, assureurs,…) qui pourraient attirer sans doute la cimenterie de BUCECO.

Les usiniers cherchent chaque fois des espaces étendus soit pour l'installation des nouvelles

usines ou l'accroissement de leurs activités lors qu'ils envisagent un gaie de marché. C'est pour le cas de BUCECO, à titre d'exemple, a envisagé depuis 2013 une expansion de l'usine et l'installation d'une nouvelle usine de traitement des matières premières pour doubler sa capacité de production (T. Rujugiro Ayabatwa, 2013). Cet avis est devenu discontinu du fait que l'usine s'était installée à l'intérieur, se trouvait serrée de part et d'autre par les ménages (image n°5).

2.2. Impact positif de l'usine sur la société urbaine

L'usine dans ses diverses activités de production participe d'une façon incontournable au développement socio-économique d'un site sur lequel elle est édifiée. Sa présence dans le centre urbain constitue sans doute, un solide secteur d'une grande importance substantielle dans la création de beaucoup d'emplois urbains, l'amélioration des revenus des ménages et la réduction de la pauvreté auxquelles il conviendrait d'ajouter les emplois de service qu'il suscite par induction (C. Chaline, 1989) (exemple : boutiques proche de l'usine, maisons de location, lieux de restauration pour les travailleurs de l'usine, bars, emploi pour les chauffeurs et mécaniciens des camions, les contrôleurs des import-export, etc.).

Les activités de production de l'usine BUCECO génèrent non seulement les impôts et les taxes de la part de la province, commune Rugombo en particulier ; mais elle contribue également au développement de la région dans le sens où elle embauche les chômeurs ou leur donne des jobs, les possédants des mines les vendent à l'usine (annexe 6), etc. Comme toutes les entreprises de Mr Ayabatwa, la philanthropie est au cœur de la mission de BUCECO (https://tribertrujugiro.com/). Cette société aide aux différents travaux de développement communautaire. A titre d'exemple, elle a octroyé le don de ciment pour construire une route en pavée passant au Nord-Ouest de l'usine, un stade ; don de ciment pour les églises, écoles, etc.

2.3. Actions du développement industriel : source de pollution

Les sources de pollution industrielle sont de diverses origines suivant la nature des produits fabriqués ainsi que leur mode de production, de stockage et de transport. A chacune des étapes fondamentales de produire pour l'usine vont correspondre d'innombrables sources de dispersion des agents polluants (bruits, fumées, gaz, particules, poussières, etc.). Ses conséquences se font sentir de près ou de loin à la zone de production suivant la circulation des

vents. Les polluants industriels peuvent être des sous-produits véhiculés par l'air ambiant ou de matières premières non utilisées voire même les produits finis destinés aux usagers divers s'il ne s'agirait pas d'un bon stockage (J. Beaujeu-Garnier, 1980).

Selon un habitant de l'Ouest de l'usine : « le pire ; l'usine travaille jour et nuit pour produire davantage, gagner un revenu signifiant et satisfaire les demandes en vue de maintenir le marché national. Son travail n'est limité que par les possibilités d'énergie électrique. Sinon, les machines sont éteintes dans les jours fériés seulement»[2]. L'intensité de la circulation des camions dans un milieu en agglomération est aussi une source de fragilité signifiante de l'environnement urbain ; par des actions qui suscitent non seulement de dégager les bruits, les poussières et gaz mais aussi les cas des accidents routiers. Ces polluants prennent place depuis l'amont donc épicentre de l'usine jusqu'à l'aval, c'est-à-dire jusqu'aux usages domestiques (matières organiques rejetées polluant l'air ambiant par exemple).

Les fours de concassage et de broyage émettent des bruits intenses et en même temps renvoient dans l'air les poussières et les gaz à odeurs nauséabondes. La chaleur qui en résulte dégage d'importantes quantités de dioxyde de carbone. L'utilisation des machines à l'usine, le transport des matières premières ou la livraison des produits finis sont également sources de rejet de CO_2 dans l'atmosphère, ainsi qu'ils occasionnent l'émission de forts bruits pouvant atteindre le niveau maximal de décibels que ne peut supporter l'homme. Cette situation est devenue surprenante en termes de pollutions et de nuisances, car aujourd'hui, on estime à un milliard de tonnes du CO_2 rejeté par l'industrie du ciment par an dans le monde (https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/rechauffement-climatique-fabrication-ciment-participe-t-elle-rechauffement-climatique-4090/).

La cimenterie BUCECO utilise les matières premières importées ou extraites dans la région de Cibitoke comme le calcaire, argile, larmstorn, pouzzolane, etc. Son fonctionnement est quotidien sauf qu'il y'a des heures de forte fonctionnalité à partir de la soirée jusqu'à la matinée. Son intensité de production et du transport participe énormément au changement des aspects socio-environnementaux du centre urbain de Cibitoke.

La cimenterie BUCECO est qualifiée pollueuse suite à ses activités complexes à l'intérieur du centre urbain. Le ciment à lui seul participe à la détérioration du paysage urbain et de la santé environnementale. Cela est source des mécontentements des riverains de l'usine. Vue la

[2] Habitant à un nom anonyme entretenu le 06/12/2021 à l'Ouest de l'usine

cohabitation usine/urbain en milieu urbain, cette situation ne serait pas éloignée de la préoccupation environnementale du monde contemporain.

Ici, les pollutions sont de type industriel notamment sonore, de l'air/olfactive, esthétique du paysage,… lesquelles seront abordées ultérieurement.

2.4. Effet de l'implantation industrielle dans le centre urbain

L'implantation d'une usine dans un centre urbain occasionne des conséquences diversifiées sur l'environnement urbain. Selon Bouzenad Soumia et Medfouni Khadidja : « *un impact sur l'environnement urbain peut se définir comme l'effet, pendant un temps donné et sur un espace défini* » (S. Bouzenad et K. Medfouni, Juin 2016). Cet effet est dû à une activité humaine, usine en particulier, sur une composante de l'environnement pris dans le sens large du terme : aspects physiques et humains en comparaison de la situation probable advenant la non-cohabitation usine/ménages et / ou la non-dépollution de l'usine.

Les impacts sur l'environnement urbain sont liés à la présence de l'usine BUCECO au centre de Cibitoke. Ils se basent sur l'analyse des effets locaux. Ces impacts sont dus à certains aspects susceptibles, d'une part, de générer des pollutions et des nuisances sur l'environnement physique et humain et d'une autre part, de contribuer au développement socio-économique de la région.

Le danger provient de la pollution atmosphérique qui s'aggrave rapidement dans le milieu urbain auquel s'adjoignent des dommages esthético-sanitaires (problèmes psychologiques, maisons poussiéreuses, maladies de civilisation, mortalité,…) suite aux déversements toxiques imputables des industries et des transports intenses, sous conditions météorologiques défavorables.

Le taux de gaz carbonique (CO_2) s'élève rapidement, ce qui comportera le risque de modifications importantes, voire même catastrophiques, du climat de la région en particulier. L'exploitation de la cimenterie BUCECO peut avoir des impacts directs et indirects face aux ménages limitrophes d'elle ou ceux du couloir où passent les camions. Ainsi, il est important d'analyser les impacts induits par l'usine de ciment sur l'environnement du centre urbain de Cibitoke dans ses modes de production.

2.4.1. Corollaires des effets liés à la production du ciment

Les corollaires des effets de la cimenterie BUCECO sur les ménages environnants de l'usine se font dans deux phases du processus de production du ciment : *phase de transport ou d'approvisionnement et phase de production*. A cet égard, chaque phase de production du ciment se débarrasse de grandes quantités de poussières très dangereuses, bruits et des gaz à odeurs nauséabondes émanant des machines à l'usine et des moteurs. Ces derniers agacent l'environnement urbain et la santé environnementale, spécialement si les environnants subissent une exposition longue ou une accumulation massive.

2.4.1.1. Phase de transport et d'approvisionnement

Pendant la phase de transport et d'approvisionnement, les camions (photo 2 et annexe 6) de l'usine font la circulation simultanée à l'image de chargement des manufactures (le ciment) et de fourniture des matières minières (calcaire, argile, latérite, gypse et éléments additifs) en provenance de la région ou en dehors du pays.

L'écoulement des manufactures vers les centres d'entrepôts se fait également par des camions (photo 2) de l'usine. Or, les gros camions contribuent gravement aux fissurations des maisons (photos 3 et 4) liées aux vibrations des moteurs et aux tonnages chargés et endommagent également le site suite aux émissions de CO_2, au bruit, au rejet des poussières ou des accidents quelque fois, etc.

Photo 2: Les camions sur la route menant vers l'usine BUCECO
Source: Cliché-crédit de Jean de Dieu Ntakarutimana. Photo prise mars 2021

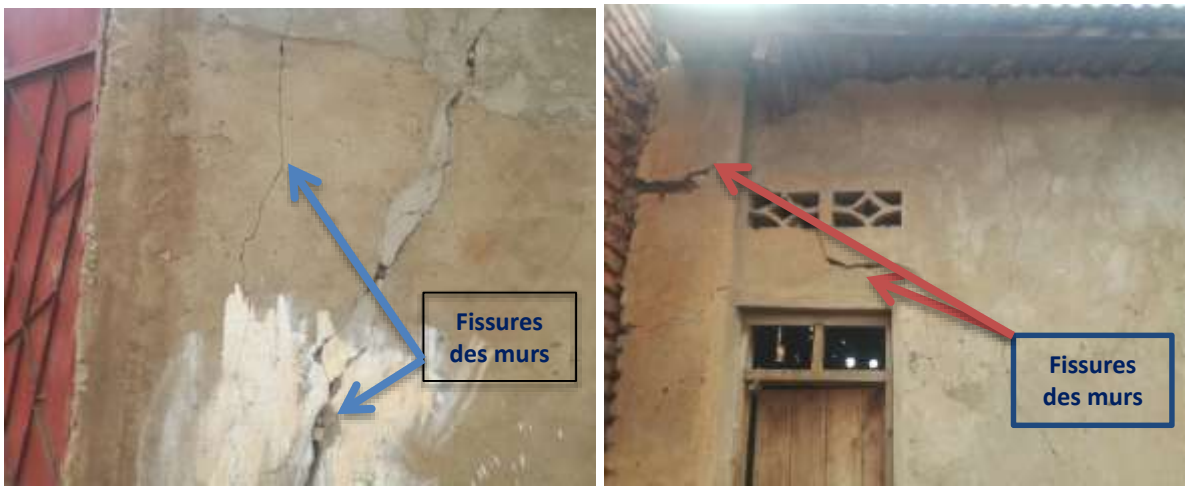


Photo 3 et 4: Murs des maisons fissurés et empoussiérés tout le long de la route en terre
Source : Clichés de l'auteur. Photos du 03/12/2021

2.4.1.1.1. Pollution de l'air

L'effet de transport est source de pollution de l'air car, lors du passage, les camions soulèvent des poussières et émettent des gaz via les tuyaux d'échappement des camions transporteurs. Ces dernières affectent l'air à respirer et rendent difficile la respiration pour les riverains.

- **par les poussières des camions**

La cimenterie est implantée à l'intérieur du centre urbain déjà densément étendu. Le chemin qui mène à l'usine n'est pas macadamisé (route en terre) (Photo 2).

Vu la nature de ce passage, les émissions de poussières engendrées ne sont pas minimes, mais elles deviennent beaucoup plus grave pendant la saison sèche (Photo 5).

Photo 5: Emissions des poussières par un camion de BUCECO
Source : Cliché de l'auteur. Photo du 04/12/2021

Les poussières sont source des maladies respiratoire et oculaire qui sont considérées, selon Michèle Barrière et al. , comme les *«maladies de civilisation* » (M. Barrière et al., 1884). La Fédération Interprofessionnelle de la Santé du Québec témoigne que les gens qui habitent tout près de telles routes en terre ont plus de chance d'avoir des maladies telles que l'asthme, la grippe, le cancer, etc. que les autres. De plus, ils risquent de mourir plus tôt (Fédération Interprofessionnelle de la santé du Québec, 2013). La pollution de l'air par les poussières est sans doute un impact négatif direct sur la santé des êtres vivants et aussi sur l'esthétique des habitats (photos 6 et 7).

Photos 6 et 7: Maisons empoussiérées issues du passage des camions
Source : Clichés de l'auteur. Photos prises le 03/12/2021

- **Par les gaz des tuyaux d'échappement**

La circulation des poids lourds sur la route en mauvais état, outre le fait qu'ils risquent de causer quelquefois des accidents, ne font qu'occasionner les émissions de CO_2 (https://www.breizh-info.com/2019/06/05/120594/environnement-emission-co2-poids-lourds/) provenant des tuyaux d'échappement. La politique de la réduction des émissions du CO_2 des poids lourds en milieu urbain ne doit pas donc se calquer sur la part de véhicules particuliers. Les poids lourds sont des véhicules qui émettent le plus de NOx, de CO_2 et de particules, quel que soit le mode de circulation, plus que les véhicules légers émettant de manière générale moins de polluants (Pays d'Aix, 2007).

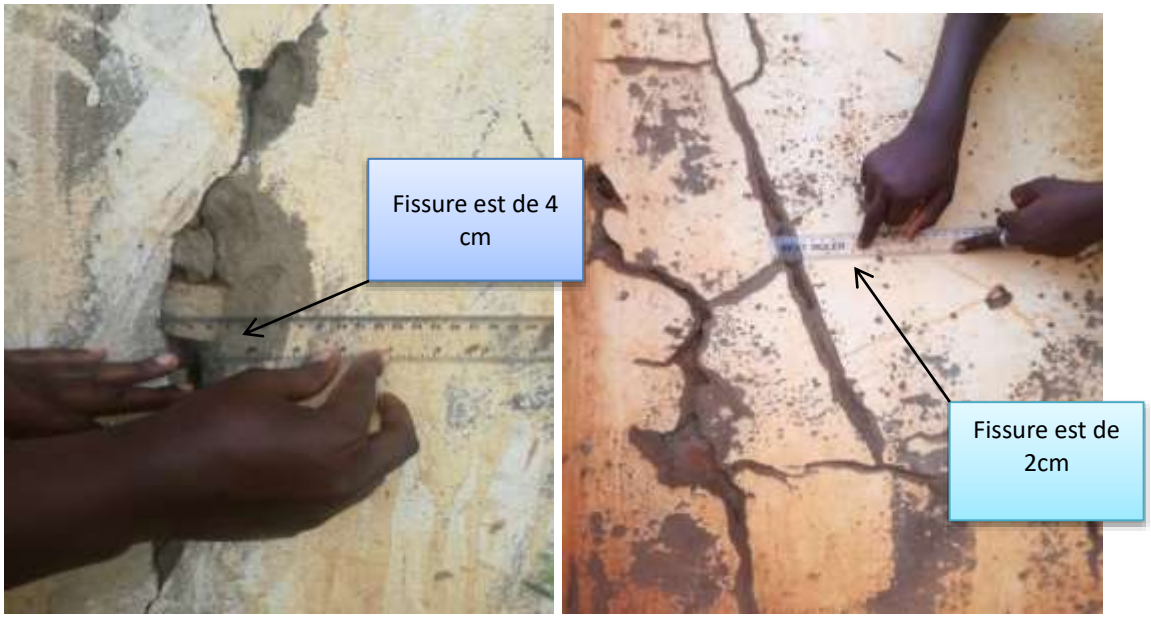
2.4.1.1.2. Fissuration des murs des maisons

A part des poussières émises par les camions sur le petit couloir qui mène à l'usine, le tonnage et le poids des camions sont aussi à considérer. Sur un passage traversant à l'intérieur des maisons, les dommages n'y manquent pas. Les fissures des murs des maisons proches du passage expliquent l'ampleur des dommages socio-économiques tout au long de cette route (tableau 1et photo 8 à11).

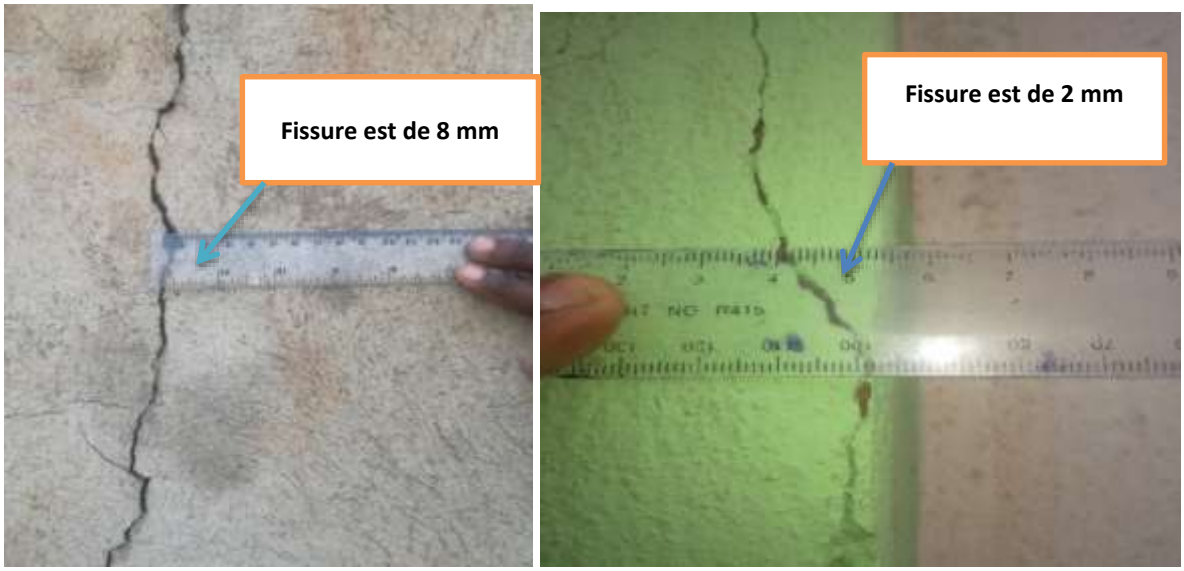
Tableau 1: Fissures des murs des maisons (en cm mesuré)

Maisons / Fissure en cm	1ère	2è	3è	4è	5è
Grande fissure	4 cm	2,5 cm	2cm	1,5cm	1cm
Petite fissure	8 mm	7 mm	5 mm	3 mm	2 mm

Les maisons fissurées ont été trouvées aléatoirement et elles sont tout près de la route menant à l'usine. La petite fissure est comptée à millimètre (mm) et la grande fissure est pour centimètre (cm).



Photos 8 et 9: Murs des maisons en grandes fissures
Source : Clichés de l'auteur. Photos prises le 03/12/2021



Photos 10 et 11: Murs des maisons en petites fissures
Source **:** Clichés de l'auteur. Photos prises le 03/12/2021

Les fissures se trouvant sur les murs des maisons sont causées par les vibrations des camions chargées en grand tonnage lors du passage de ces derniers.

2.4.1.1.3. Bruit

Les bruits provoqués par le transport est une autre source de pollution sonore sur les ménages proche de ce couloir. D'après Michèle Barrière et al. en1984, la circulation routière fournit à elle seule jusqu'à 80% du fond sonore urbain. Pour eux, le bruit est fonction du nombre de véhicules (particulièrement des poids lourds), de la vitesse, du tonnage chargé, de la fluidité de la circulation et des caractéristiques de la voirie et de ses abords. La réduction du nombre de véhicules ne provoque qu'une diminution faible du bruit. Diviser par 2 le nombre de véhicules en circulation fait baisser le niveau de bruit de 3 décibels seulement (M. Barrière et al., 1884). Et alors, le bruit émis par un camion chargé de BUCECO au moment du passage atteint à 91 décibels pour un gros camion et 84 décibels pour un petit camion (obtenus sur terrain avec sonomètre utilisé : image 2).

Photos 12 et 13: Camions d'approvisionnement
Source **:** Clichés de l'auteur. Photos prises le 04/12/2021

2.4.1.2. Phase de production

Sur base de la nature de production, durée de travail et l'intensité de production, l'usine du ciment émet dans l'atmosphère les fumées, les particules poussiéreuses de ciment, les gaz odorants toxiques susceptibles d'incommoder le voisinage, d'endommager la santé ou de compromettre la sécurité publique, de nuire à la conservation des constructions ou au caractère d'un site urbain. La nature de la production du ciment est telle que son incidence sur la qualité de l'air et les effets produits par le transport en vrac de matières entrant ou sortant de l'usine exigent une analyse de la présence de l'usine de ciment dans l'urbain.

2.4.1.2.1. Pollution olfactive

Pendant la phase de production, la qualité de l'air est affectée par les émissions de poussières (particules de ciment) et des fumées sous forme de gaz nauséabondes en provenance des composés émis à l'atmosphère au niveau du procès (Photo 14).

Photo 14: Pollution de l'air par les fumées en provenance des tuyaux d'échappement
Source : Cliché-crédit de Jean de Dieu Ntakarutimana, photo prise mars 2021

Cette situation est beaucoup plus aggravée parce que la zone d'étude est située dans les basses terres du Nord-Ouest de la région naturelle de l'Imbo où la circulation atmosphérique dans l'Imbo crée des brises alternés particulièrement vigoureuses (brise du lac de 12h à 15h et brise de la terre de 15h à 18h).

Les fumées des cheminées à l'usine constituent alors une nuisance olfactive qui attaque l'appareil respiratoire. Le principal polluant rejeté au niveau de la cimenterie est essentiellement les gaz de combustion émis par le four à clinker. Les gaz tels que les oxydes (COx, NOx, SOx) sont des sources de maladies respiratoire (maladies des poumons, asthme), des maladies cardiaques et de certain cancer ainsi que des pluies acides, sans oublier le CO_2 qui est un gaz à effet de serre, etc (S. Bouzenad et K. Medfouni, 2016).

L'effet de la pollution de l'air à l'intérieur du logement est très dissimulé et pourtant les concentrations des fumées et des particules du ciment sont souvent nettement plus élevées à l'intérieur du logement qu'en dehors (https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/fr/). La nocivité de la pollution de l'air à l'intérieur des maisons est observée au moment où ses concentrations sont plus invisibles à l'œil nu et ses effets sont réels pour la santé. Les poussières émises par les équipements de l'usine BUCECO sont observées au niveau des différents éléments se trouvant dans la zone cible. Elles se déposent sur les objets à l'extérieur (photos 15 a et b et 17) même à l'intérieur des maisons (sur la table, les assiettes, etc.). Cette pollution de l'air à l'intérieur des maisons est de multiples sources notamment les composés organiques volatils ou organique qui contient du carbone.

Comme l'a montré la Fédération Interprofessionnelle de la santé du Québec, ces problèmes liés à la pollution de l'air touchent beaucoup les enfants et les personnes âgées qui respirent l'air polluée (Fédération Interprofessionnelle de la santé du Québec, 2013). Ils sont victimes des maladies respiratoires, pulmonaires telles que la bronchite, la grippe, les cancers des poumons, l'asthme, les allergies, maux de tête, etc. sont aussi fréquents la gêne de respiration, les maux de gorge ou l'écoulement des eaux des yeux.

2.4.1.2.2. Impact du bruit

La fabrication du ciment cause d'énormes nuisances tant sur le plan sonore qu'au niveau de l'environnement. Certaines composantes de l'usine de fabrication du ciment sont des sources de bruit qui affectent les ménages environnant de BUCECO. Les principales sources de bruit résultent des machines de l'usine à savoir les ventilateurs du four de cuisson, les ventilateurs de la tour de refroidissement et les équipements du poste de transformation à haute tension. La plus grande sensibilité sonore se fait sentir à partir de la soirée et peut atteindre 98 décibels (obtenu sur terrain avec sonomètre utilisé, image 2). Les ménages très proches du contour de l'usine sont plus vulnérables par rapport à ceux qui sont éloignés de l'usine.

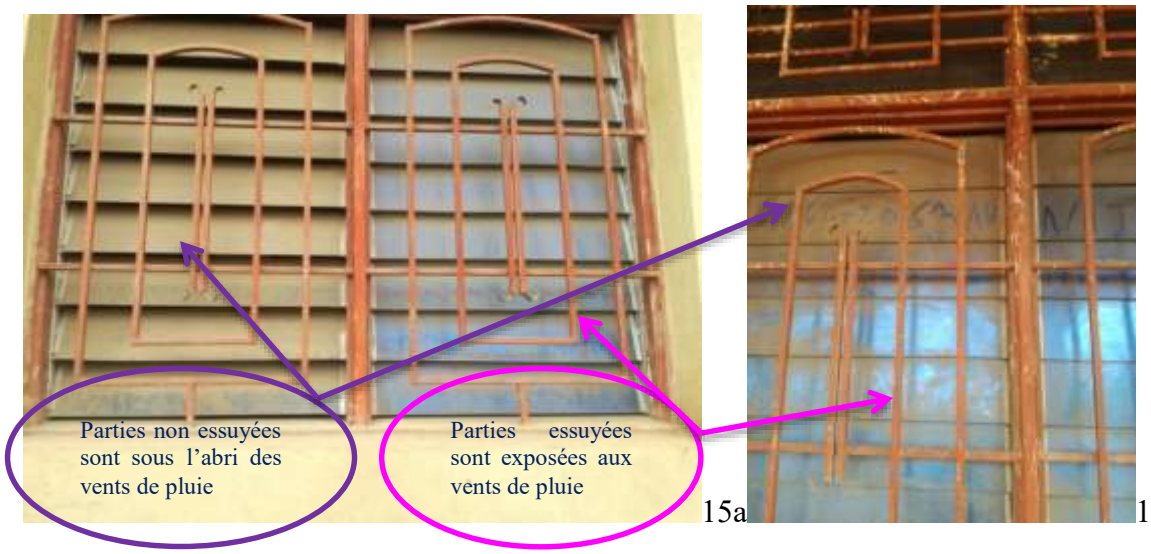
Le bruit fort peut avoir des effets sous-jacents donc cachés sur notre comportement, provoquant un comportement agressif et de l'irritabilité. Les enquêtés de l'intervalle de 0 m à 50 m de toutes les 4 façades de l'usine reviennent sur la même situation en déplorant que : *« Les bruits de l'usine nous menacent trop ! On ne s'entend pas bien lorsqu'on se converse avec les nôtres à une voix basse. Ou, lorsqu'il y a quelqu'un(e) qui toque sur la porte on n'entend rien. Et quelque fois ces bruits nous éveillent lorsqu'on augmente la vitesse des machines à l'usine. Pour nos écoliers, c'est quelque chose…ils somnolent à l'école. Mais nous nous sommes habitués parce que nous n'avons pas à quoi à changer ».*

La pollution sonore est non plus une source des comportements psychologiques manifestés mais aussi une source de souffrance de bourdonnements d'oreilles permanents, d'assourdissement des oreilles, d'incapacité d'entendre les sons de volume très bas donc inférieur à 40 dB et jusqu'à la perte auditive irréversible. Selon l'Organisation Mondiale de la santé, il ne devrait pas dépasser 30 dB car un bruit supérieur à 45 dB empêche de s'endormir ou de dormir correctement. C'est pourquoi, selon toujours cette institution, il est recommandé de maintenir les niveaux de bruit en dessous de 65 dB pendant la journée et indique qu'un sommeil réparateur est impossible avec des niveaux de bruit ambiants nocturnes supérieurs à 30 dB (https://belozzerofarfreezing.com/fr/pollution-sonore/).

2.4.1.2.3 Effet sur le bâti

La cimenterie de BUCECO en phase d'exploitation est une source de poussières en ciment sous forme de poudre et d'autres en particules pierreuses. Ces dernières vont s'accumuler sur les tôles (photo 16), les lamelles (photo 15), les murs (photos 6 et 7), les fenêtres, les feuilles des plantes en particulier comestibles (photo 17); même jusqu'à l'intérieur des logements. Les édifices perdent leur esthétique suite à ces poussières au moment de production.

- Dépôt des poussières de ciment sur les fenêtres



15a 15b

- Dépôt des poussières de ciment sur les tôles

Photos 15 (a et b) et 16: les maisons en état de vétusté suite au rejet de poussières (l'effet de la cimentaire sur les construits)
Source : Clichés de l'auteur. Photos prises le 02/12/2021

Les trois photos ci-haut illustrent l'effet des poussières du ciment sur l'habitat. Ces poussières qui se déposent sur les construits endommagent généralement les lamelles des fenêtres ou des portes, des tôles,… comme le montrent les photos 15 (a et b) et 16. La partie époussetée un peu clair (photo 15) est exposée aux vents de pluie parce que les photos étaient prises pendant la saison pluvieuse.

L'usine du ciment pollue sous multiple formes des portions de caractéristiques physico-chimiques (composition, température, grosseur des particules) de la matière à recueillir et à concasser. « *Le dommage de ces particules de ciment est beaucoup plus agressif pendant la saison pluvieuse, bon moment de récupérer l'eau de pluie avec les récipients ou tanks en vue de l'utiliser pour des fins domestiques divers* », le directeur du Lycée Cibitoke déclare-t-il.

2.4.1.2.4. Effet sur la végétation

Les éléments toxiques que peuvent contenir les poussières grises de ciment ont des effets chimiques négatifs sur la photosynthèse des plantes (D. Auclair, 1976). Les poussières transportées par le vent se tachent sur les plantes se trouvant à l'intérieur des parcelles ou à l'extérieur (photo 17).

Photo 17: Dépôt des poussières du ciment sur les plantes fruitières
Source : Clichés de l'auteur. Photo prise le 03/12/2021

Ces éléments toxiques ont pu pénétrer dans la feuille et détériorer les éléments qui transforment l'énergie lumineuse en pouvoir réducteur et en énergie utilisable par la plante : chlorophylles, cytochromes, ferrédoxine, etc. (D. Auclair, 1976) A long terme, on constate une certaine toxicité des poussières qui provoque une diminution de l'assimilation à tous les éclairements et même la mort de la plante peut survenir.

Le phénomène « dépotoir des déchets » témoigne que la vétusté des construits et la toxicité des plantes sont liées au dépôt des poussières de ciment. Bien entendu que les effets de poussières ne se font remarquer seulement dans la phase de production mais aussi dans la phase d'approvisionnement et de livraison des produits.

2.5. Effet des vents dans la propagation des particules polluantes

Le vent joue un rôle néfaste dans la propagation des particules. Il assure le transport et la dispersion des polluants, spécifiquement les poussières et les fumées. Le dépôt des poussières sur les bâtis et les plantes et la circulation des fumées nauséabondes dans l'air sont facilités par les brises alternées. De plus, la circulation des polluants rejetés ne connaissent pas de frontières, ni physique (matériel) ni administrative, font atteindre tous les coins possibles de la région et peuvent contaminer n'importe quelle espèce vivante, toutes les surfaces du bâtiment, les plantes, les eaux, aussi bien l'air, le sol, etc. (https://planeteviable.org/impacts-pollutions/)

Le Centre urbain de Cibitoke subit l'influence des vents lors qu'ils empruntent le couloir du rift. Même si le vent adoucit les chaleurs excessives du centre urbain de Cibitoke, il faut lui reconnaître son impact négatif dans le secteur industriel où il peut répandre les poussières et les fumées aux environs de l'usine et loin du centre ou même au-dessus de l'agglomération urbaine du centre.

2.6. Discordance entre l'usine et les ménages (point de vue occupationnel du site)

En termes d'aménagement du territoire, l'espace urbain est organisé en zonages (Annexes 1 et 2 : Schémas de Hyot 1933 et de Burgess 1925**).** Ce principe s'effectue sur base des schémas directeurs d'aménagements et d'urbanisme comme se dispose dans le *Code de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction au Burundi de 2016, paragraphe II, Articles 16-19*. L'occupationnel renvoie à deux aspects ; l'aspect fonctionnel pour l'industrie et celui résidentiel pour les ménages. Ces deux aspects, pour ce centre, généralement au point de vue divergeant, font qu'il y émerge des discordances entre l'industrie et les ménages.

Pour éviter qu'il y ait des aspects discordants du point de vue occupationnel et de garantir un aménagement agréable du centre urbain, il faudrait localiser chaque entité territoriale en tenant compte de sa philosophie interne d'occupation et/ou sa vocation active. Ainsi, la cimenterie occupe le site pour le fonctionnel : fabrication et commercialisation du ciment et les ménages pour y résider. Il est à noter que le centre urbain de Cibitoke existe avant l'implantation de l'usine du ciment sur l'ancien site de l'Usine de Tabac (BTC).

Le repérage à l'espace restreint, toujours en concurrence, entre les deux aspects discordants (résidentiel et fonctionnel) amplifie les mésententes liées aux nuisances diverses de l'usine. Les avis moyennant la garantie de la cohabitation (expropriation de quelques ménages plus

proches pour accroître la production) ou la non-cohabitation (la délocaliser vers l'autre site inoccupé) sont respectivement les souhaits de l'usine et les ménages tout autour d'elle. Ces évidences sont précurseur de divergence du point de vue occupationnel du centre urbain.

Le centre urbain, point fort de l'espace régional (province), devient donc un lieu discordant de différentes activités socio-économiques notamment résidence (ménages) et fonctionnel (usine de BUCECO).

2.6.1. Site résidentiel

Le site résidentiel peut être défini comme un site propre à l'habitation, à la résidence, avec parfois une connotation de beau quartier ; un site par lequel un chef de ménage exerce tout son pouvoir et souhaite une protection de sa santé environnementale contre les agressions nuisibles extérieures (https://www.lalanguefrancaise.com/dictionnaire/definition/residentiel/).

La résidence est la fonction essentielle de l'espace urbain (J. Beaujeu-Garnier, 1980). C'est que l'homme est le moteur du centre urbain, que sans lui il n'est aucune activité qui se puisse concevoir et que, par conséquent, indispensable, il faut bien qu'il se loge. A l'intérieur du milieu urbain, le logement joue un rôle incomparable au vue des habitants. Il permet aux habitants de ressentir un centre comme un lieu où ils prennent leur propre identification citadine.

De ce fait, tout changement introduit sur le site contribue à désorganiser la société s'il n'est pas concerté, accepté, intériorisé et assimilé (A. Belhedi, 2010). Apporter un aspect différent comme celui du cimentier BUCECO, élément pollueur à l'intérieur du centre urbain, devient source de discordance et de divergence du point de vue occupationnel entre usine du ciment et les ménages.

Selon Jean-Paul Lacaze, la résidence a un rôle affectif particulièrement riche. Pour lui, le logement : « permet de se protéger du contact d'autrui, de se reposer, de se « ressourcer » parmi les siens. Il constitue ainsi, dans le langage de la psychanalyse, un substitut du sein maternel auquel il emprunte ses qualités de chaleur, d'intimité, de protection, de sécurisation » (J-P. Lacaze, 1995).

Le centre urbain de Cibitoke est un centre en pleine expansion avec deux types d'habitat depuis

son existence : type résidentiel (ménages individuels,…) et type administratif (les bureaux et les agences provinciaux) auxquels s'ajoutant des activités socio-économiques (marché, city market, écoles, églises, …). Malheureusement, depuis 2011, l'usine physico-chimique du ciment est venue s'incruster à l'intérieur du périmètre urbain qui ne cesse de s'étendre et détériorant l'autonomie de soi de l'habitation (image satellitaire 5).

Image 5: Occupation du centre urbain de Cibitoke
Source : Google Maps, 2021

2.6.2. Site fonctionnel de l'usine

Le site fonctionnel de l'usine est un site de travail de grande étendue par lequel personne n'a pris la parole que le propriétaire de l'usine et le conducteur de la machine (B. Pecquer, 2014). C'est un site qui devrait abriter les différentes activités d'ordre technique et scientifique qui s'orientent vers la transformation ou l'innovation (les industries chimiques, des métaux, des engrais, des parfums, des médicaments, des matières plastiques, du ciment, etc.). En effet, pour F. Chevalier et V. Malleret, l'espace doit permettre d'accomplir dans de bonnes conditions (économiques, humaines) un certain nombre de tâches. Ces auteurs qualifient cette perspective de «fonctionnelle» (F. Chevalier et V. Malleret, 2001).

Dans le monde contemporain, les industries lourdes et usines à titre industriel préfèrent se localiser et s'implanter aux périphéries des villes loin des résidences ; premièrement, pour éviter la fréquence des pollutions et des nuisances en milieu urbain et en second lieu, trouver facilement, à un prix favorable, les étendus de terre pour leur extension.

Le site fonctionnel de BUCECO a une grande étendue avec des équipements de production géants au milieu des habitats urbains (photo 19).

Photo 18: Etendue de l'usine du ciment BUCECO
Source: *Cliché de l'auteur, photo prise le 04/12/2021*

Malgré cela, ce dernier n'a pas aujourd'hui de bonne bienveillance sur le site à cause de ses activités complexes source de pollutions et nuisances diverses à l'intérieur du centre urbain. Néanmoins, dans nos jours, le terrain qu'occupe l'usine du ciment est devenu restreint et cela explique son impossibilité d'accroitre ses activités (Image satellitaire 5).

CHAPITRE 3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Résultats

Les données à notre disposition montrent que les ménages les plus affectés par les pollutions et nuisances sont situés autour de l'usine BUCECO. Ils font face au dépôt des poussières, aux bruits, aux fumées et gaz odorants. Les poussières se déposent sur les construis et sur les plantes, et les gaz odorants / fumées circulent dans l'air ambiant suivant la direction du vent.

Chaque individu ne réagit pas de la même façon aux polluants et à la vulnérabilité. Cette dernière n'est pas la même selon l'âge et le statut social. Ainsi, les bébés, les enfants et les personnes âgées sont les plus sensibles à la pollution (https://planeteviable.org/impacts-pollutions/ passim). La problématique des polluants surtout sonore touche particulièrement les plus jeunes et les plus âgés (UNEP, 2022). Cette règle nous donne la motivation de scinder en tranches d'âges les personnes enquêtées en vue de diversifier les avis fournis.

Durant notre documentation précédente, nous avons remarqué que les effets d'une cimenterie affectent une étendue importante et qui nécessite une longue période et des outils constants (en particulier l'olfactomètre) permettant de les mesurer sur cette entendue. Suite au manque de ces derniers, nous avons jugé de prendre l'intervalle cible commençant à la clôture de l'usine jusqu'à 150 m de tous les côtés, donc réparti à chaque façade de l'usine de 0 m à 50 m, de 50 m à 100 m et de 100 m à 150 m.

Le tableau ci-après montre les ménages avec lesquels nous nous sommes entretenus. L'entretien avec les habitants de ces ménages est lié au consentement de ces derniers. En effet, seuls les ménages qui nous ont ouvert la porte et qui sont en normes de tranche d'âge (18 ans à 45 ans et plus de 45 ans) ont fait objet de l'entretien.

Tableau 2: Répartition des personnes entretenues par façade d'habitation

Intervalle / Personnes/côté	0 m à 50 m	50 m à 100 m	100 m à 150 m	Nombre total des personnes entretenues
Sud	11	4	5	20
Ouest	6	2	4	12
Nord	3	-	3	6
Est	3	2	2	7
Total sur façades	23	8	14	45
Sur le passage menant à l'usine	9			9
Total				**54**

Le tableau 2 identifie le nombre total des personnes rencontrées et entretenues pour chaque côté d'habitation dans l'intervalle de 0 m à 150 m. C'est le côté Sud d'où nous avons rencontré un grand nombre de personnes entretenues alors que le côté Nord est, en grande partie, occupé par le Lycée Cibitoke.

3.1.1. Côtés affectés

a. Côté Sud

Tableau 3: Prélèvement des coordonnées géographiques du côté Sud

Intervalle de ménages proche de l'usine en m	Côté	Coordonnées géographiques
De 0 m à 50 m	Sud	S 2°53'7,9" et E 29°6'52,25"
De 50 m à 100 m		S 2°53'9,7" et E 29°6'52,1"
De 100 m à 150 m		S 2°53'11,8" et E 29°6'52,95"

Dans le tableau 3, le côté sud de l'usine est subdivisé en trois mailles de 0 m à 50 m, 50 m à 100 m et 100 m à 150 m. Chaque maille connait un point de localisation. Le sud a une altitude presque proportionnelle variant entre 944 à 942 m. La dénivellation n'est pas nette.

b. Côté Ouest

Tableau 4: Prélèvement des coordonnées géographiques du côté Ouest de l'usine

Intervalle de ménages proche de l'usine en m	Côté	Coordonnées géographiques
De 0 m à 50 m	Ouest	S 2°53'0,65" et E 29°6'25,25"
De 50 m à 100 m		S 2°53'0,75" et E 29°6'41,85"
De 100 m à 150 m		S 2°53'32,05" et E 29°6'39,9"

Cette partie est vide de ménages mais lotis au Sud-Ouest. La partie du Nord-Ouest est bâtie. Les coordonnées géographiques servent la localisation de chaque maille. Sa topographie est d'altitude variant entre 944 et 948 m.

c) Côté Nord

Tableau 5: Prélèvement des coordonnées géographiques du côté Nord de l'usine

Intervalle de ménages proche de l'usine en m	Côte	Coordonnées géographiques
De 0 m à 50 m	Nord	S 2°52'52,6" et E 29°6'47,5"
De 50 m à 100 m		S 2°52'50,3" et E 29°6'47,3"
De 100 m à 150 m		S 2°52'47,4" et E 29°6'47,2"

Cette partie Nord de l'usine est en grande partie dominée par le Lycée Cibitoke. Les points de localisation correspondent à chaque maille. Son altitude est proportionnelle à celle de l'usine (entre 944 et 946 m).

d) Côté Est

Tableau 6: Prélèvement des coordonnées géographiques du côté Est de l'usine

Intervalle de ménages proche de l'usine en m	Côte	Coordonnées géographiques
De 0 m à 50 m	Est	S 2°52'55, 15" et E 29°6'56,2"
De 50 m à 100 m		S 2°52'54,35" et E 29°6'58,2"
De 100 m à 150 m		S 2°52'52,65" et E 29°7'31,2"

La partie Est, proche du noyau, est trop densément peuplé. Elle a été occupée avant la dotation de Cibitoke en centre urbain secondaire. Elle se présente en deux talus. Le premier talus a son altitude variant entre 944 m et 945 m (de l'usine à 50 m). De 50 m à 150 m de l'usine, un deuxième talus apparaît à 941 m d'altitude. Chaque maille connait un point de localisation.

3.1.2. Prélèvement des façades / côtés d'habitation affectés par les nuisances sonores, olfactives et l'imputation de l'esthétique du paysage

Il est très important de prélever les différentes données, sur base des côtés d'habitation, portant sur les trois nuisances de l'usine de ciment auprès de son cohabitant (ménage).

3.1.2.1. Prélèvement des côtés d'habitation affectés par les bruits et des ménages entretenus sur les nuisances sonores

Le tableau ci-après présente les données sono-métriques colletées sur tous les côtés d'habitation.

Tableau 7: Répartition des niveaux sonores, de l'épicentre (usine) au 150 m et tout le long de la route d'approvisionnement.

Intervalle / Côtés	De 0 m à 50 m		De 50 m à 100		De 100 m à 150 m	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Sud	83,6 dB	89 ,3 dB	80,2 dB	81,3 dB	70,4 dB	72,8 dB
Ouest	91,4 dB	98,4 dB	88,1 dB	89,9 dB	85,3 dB	87,5 dB
Nord	81,9 dB	82 dB	75,7 dB	77,7 dB	73,4 dB	75,6 dB
Est	85,3 dB	87,5 dB	73,1 dB	76,1 dB	67,1 dB	69,7 dB
Sur le passage menant à l'usine	84,6 dB : Pour un petit camion					
	91,6 dB : Pour un gros camion					

Selon les données du tableau 7, le prélèvement des niveaux sonores pour les contours de l'usine a été effectué à chaque intervalle de 50 m sonore identifiée, précisément d'un côté à l'autre pendant les jours et nuits. Ainsi, sur la route menant à l'usine, ce sont les ménages se trouvant tout prêts de celle-ci.

L'intensité sonore est prise en moyenne et elle est très sensible pendant la nuit (c'est un moment où les machines concassent et broient les mines dures (calcaire, latérite, gypse, argile)) et elle diminue pendant la journée (parce qu'on fait le mélange des autres éléments additifs). Pour toutes les mailles, plus on s'approche de l'épicentre (usine), plus la sensibilité de l'appareil (sonomètre) augmente. Les ménages entre 0 m et 50 m et ceux situés le long des passages des camions sont les plus exposés. L'exception est observée au niveau de 100 m à 150 m de l'Est où l'intensité sonore diminue par le fait topographique (cette partie est à l'abri de ces nuisances).

Tableau 8: Prélèvement de nombre des ménages affectés par les bruits par maille d'habitation et par côtés d'habitation

Intervalle / Ménages sonores/côté	0 m à 50 m	50 m à 100 m	100 m à 150 m	Nombre total ménages affectés par les bruits
Sud	4	3	2	9
Ouest	3	1	2	6
Nord	2	-	1	3
Est	1	0	0	1
Total sur les façades	10	4	5	19
Sur le passage menant à l'usine	5			5
Total				**24**

Selon le tableau 8, sur les 27 ménages (tableau 9) de 54 personnes entretenues (Tableau 2), nous avons identifié 24 ménages sonores avoisinant l'usine de ciment dans le centre urbain de Cibitoke, répartis par mailles résidentielles. Ces 24 ménages ont été retenus après avoir effectué les entretiens et récolté les avis.

3.1.2.1.1. Comportements des habitants du centre urbain de Cibitoke aux nuisances sonores de l'usine

Par le tableau 9, c'est mieux de montrer la façon dont s'expriment les ménages riverains de l'usine de ciment aux nuisances sonores.

Tableau 9: Avis des personnes enquêtées sur les nuisances sonores par rapport aux façades de l'usine

	Nombre total des ménages visités	Nombre total des personnes entretenues	Affirmation de l'existence de nuisances sonores	Taux (%)	Non sur l'existence des nuisances sonores	Taux (%)
Sud (0 m à 150 m)	9	20	18	90	2	10
Ouest (0 m à 150 m)	6	12	12	100	0	0
Est (0 m à 150 m)	4	7	4	57,14	3	42,85
Nord (0 m à 150 m)	3	6	6	100	0	0
Sur le passage menant à l'usine	5	9	9	100	0	0
Total	**27**	**54**	**49**	**90,74**	**5**	**9,26**

Selon le tableau 9, sur 54 personnes avec qui nous nous sommes entretenus dans les 27 ménages, 90,74% ont affirmé la présence des nuisances sonores liées aux bruits des machines de l'usine et aux bruits des moteurs des camions. Les côtés d'habitation Nord, Ouest, Sud et sur le passage des camions sont très gênés par les nuisances sonores que le côté d'habitation Est. Mais, ce dernier est beaucoup plus touché par le bruit lié au transport (côté où se trouve la route en terre qui mène à l'usine BUCECO).

3.1.2.1.2. Sensibilité aux nuisances sonores de l'usine de ciment par âge dans le centre urbain de Cibitoke

Le tableau ci-après montre la répartition de la sensibilité aux nuisances sonores selon les catégories d'âge.

Tableau 10: Sensibilité aux nuisances sonores par tranche d'âge

Côtés d'habitation sonores	Nuisances sonores		
	Catégories	Oui	Non
Côté Sud	J : 15 V : 5	13 5	2 0
Côté Ouest	J : 9 V : 3	9 3	0 0
Côté Nord	J : 3 V : 3	3 3	0 0
Côté Est	J : 4 V : 3	3 0	1 3
Sur le passage menant à l'usine	J : 5 V : 4	5 4	0 0
Total : 54 (100 % de 54 au total)	**J : 36 soit 66,67% V : 18 soit 33,33%**	**33 soit 91,67% 15 soit 83,33%**	**3 soit 8,33% 3 soit 16,67%**

***J** : habitant âgé de 18 à 45 ans et **V** : habitant de plus de 45 ans*

Dans ce tableau 10, dans 36 jeunes de tranche d'âge de 18ans à 45ans, 33 jeunes soit 91,67% contre 3 soit 8,33% ont affirmé qu'ils sont gênés par la présence des nuisances sonores, donc ils sont plus sensibles aux bruits. Parmi les 18 personnes âgées de plus de 45 ans, 15 personnes, soit 83,33% contre 3 soit 16,67% ont affirmé qu'elles sont gênées par les nuisances sonores. Ce critère de tranche d'âge (J et V) permet de diversifier les avis et d'analyser, sur base des données fournies, le niveau de conception des problèmes générés par l'usine.

3.1.2.2. Prélèvement des ménages affectés par les nuisances olfactives

Le tableau ci-dessous montre la répartition des ménages affectés par les gaz et les fumées.

Tableau 11: Nuisances olfactives ; prélèvement des ménages affectés par les odeurs asphyxiantes et répartition de sensibilité de l'odeur par ménages par côté d'habitation.

Intervalle / Ménages olfactifs/côtés	0 m à 50 m	50 m à 100 m	100 m à 150 m	Nombre total ménages affectés par les odeurs
Sud	4	3	2	9
Ouest	3	1	2	6
Nord	2	-	1	3
Est	1	0	0	1
Total sur les façades	10	4	5	19
Sur le passage menant à l'usine	5			5
Total				**24**

Nous constatons que 24 ménages parmi les 27 ménages visités et entretenus sont sensibles aux nuisances olfactives. Les façades Sud, Ouest et Nord sont affectées sauf la côte Est qui ne l'est pas suite à l'abri qu'elle présente : position dépressionnaire (talus).

3.1.2.2.1. Comportements des habitants du centre urbain de Cibitoke aux nuisances olfactives de l'usine

La présentation des avis selon leurs façons de sensibilité aux nuisances olfactives est nécessaire avec le tableau suivant.

Tableau 12: Prélèvement des avis des ménages visités avec le nombre de personnes entretenues selon leur côté d'habitation aux nuisances olfactives.

	Nombre total des ménages visités	Nombre total des personnes entretenues	Affirmation sur les nuisances olfactives	Taux (%)	Non sur les nuisances olfactives	Taux (%)
Sud (0m à 150m)	9	20	20	100	0	0
Ouest (0m à 150m)	6	12	12	100	0	0
Nord (0m à 150m)	3	6	4	57,14	3	42,85
Est (0m à 150m)	4	7	1	14,28	6	85,71
Sur le passage menant à l'usine	5	9	7	77,77	2	22,22
Total	**27**	**54**	**44**	**81,49**	**10**	**18,51**

Le tableau 12 montre les avis des habitants avoisinant l'usine de ciment aux nuisances olfactives. Sur 27 ménages visités de 54 personnes qui ont été entretenues, 81,49% contre 18,51% des entretenus ont affirmé la présence de la pollution de l'air et qu'ils sont gênés également, lors de la respiration, par les poussières émises par les camions, les poussières de ciment, les particules pierreuses ainsi que les fumées. Le côté d'habitation Est de l'intervalle de 100 m à 150 m est tolérant aux nuisances olfactives.

3.1.2.2.2. Sensibilité aux nuisances olfactives de l'usine de ciment par âge dans le centre urbain de Cibitoke

Le tableau suivant montre les avis des habitants environnant l'usine de ciment aux nuisances olfactives selon leurs niveaux de sensibilité par tranche d'âge.

Tableau 13: Sensibilité aux nuisances olfactives par tranche d'âge des ménages avoisinant l'usine du ciment.

Côtés d'habitation olfactifs	Nuisances olfactives		
	Catégories	Oui	Non
Côté Sud	J : 15 V : 5	14 3	1 2
Côté Ouest	J : 9 V : 3	9 3	0 0
Côté Nord	J : 3 V : 3	3 3	0 0
Côté Est	J : 4 V: 3	1 1	3 2
Sur le passage menant à l'usine	J : 5 V : 4	5 4	0 0
Total : 54	**J: 36 soit 68,89%** **V: 18 soit 31,11%**	**32 soit 88,89%** **14 soit 77,78%**	**4soit 11,11%** **4soit 22,22%**

***J** : habitant âgé de 18 à 45 ans et **V** : habitant de plus de 45 ans*

Dans ce tableau ci-haut mentionné, dans 36 personnes de tranche d'âge de 18 ans à 45 ans, 88,89 % contre 11,11% ont affirmé la présence des nuisances olfactives. Ainsi, parmi les 18 personnes âgées 77,78% ont affirmé la présence des nuisances olfactives et qu'elles sont gênées par ces dernières. Les 22,22% sont expliqués par le fait que certains enquêtés en âges avancés ont certainement des problèmes au niveau de l'odorat.

3.1.2.3. Prélèvement des ménages affectés par la perte esthétique du paysage

Au but de savoir comment les habitants environnant l'usine perçoivent le dépôt des particules poussiéreuses sur leur construits et plantes, le tableau n°14 montre l'attitude des propriétaires (habitants).

Tableau 14 : Imputation de l'esthétique du paysage ; prélèvement des ménages affectés par les particules poussiéreuses et répartition des ménages par côté d'habitation et par intervalle

Intervalle / Ménages poussiéreux/côté	0 m à 50 m	50 m à 100 m	100 m à 150 m	Nombre des ménages affectés par la perte esthétique
Sud	4	2	3	9
Ouest	2	1	2	6
Nord	2	-	1	3
Est	1	0	0	1
Total sur les façades	9	3	6	18
Sur le passage menant à l'usine	5			5
Total				**23**

Dans ce tableau 14, nous avons identifié 23 ménages empoussiérés parmi les 27 ménages enquêtés. Sauf à l'Est, tous les autres côtés d'habitation sont affectés par les particules polluantes poussiéreuses.

3.1.2.3.1. Comportements des habitants du centre urbain de Cibitoke à l'imputation de l'esthétique du paysage

C'est évident de savoir comment les habitants se comportent face à l'imputation de l'esthétique de leur milieu d'habitation. Le tableau 15 en parle mieux.

Tableau 15: Prélèvement des avis des ménages visités avec le nombre de personnes entretenues selon leur côté d'habitation à l'imputation de l'esthétique du paysage

	Nombre total des ménages visités	Nombre total des personnes entretenues	Affirmation sur la perte esthétique	Taux (%)	Non sur la perte esthétique	Taux (%)
Sud (0m à 150m)	9	20	19	95	1	5
Ouest (0m à 150m)	6	12	9	75	3	25
Nord (0m à 150m)	3	6	5	83,33	1	16,67
Est (0m à 150m)	4	7	3	42,86	4	57,14
Sur le passage menant à l'usine	5	9	9	100	0	0
Total	**27**	**54**	**45**	**83,33**	**9**	**16,67**

Le tableau 15 montre les avis des habitants avoisinant l'usine de ciment à l'imputation de l'esthétique du paysage. 83,33% des personnes entretenues contre 16,67% sur l'imputation de l'esthétique du paysage ont affirmé la présence de la perte esthétique du paysage liée au dépôt des poussières sur les bâtis et les plantes. Le côté d'habitation Est est tolérant à l'imputation de l'esthétique du paysage parce qu'il est épargné de ces polluants (la maille de 100 m à 150 m se trouve dans les talus). Les ménages enquêtés sur le passage des camions sont directement en contact avec la route en terre.

3.1.2.3.2. Sensibilité à l'imputation de l'esthétique du paysage par tranche d'âge dans le centre urbain de Cibitoke

Il est très important de savoir les tranches d'âge entretenues pour comprendre davantage les comportements des habitants proche des activités de l'usine de ciment à la perte esthétique de leur paysage. Le tableau 16 est ici éloquent.

Tableau 16: Sensibilité à la perte esthétique du paysage par tranche d'âge dans le centre urbain de Cibitoke

Côtés d'habitation	Perte esthétique du paysage		
	Catégories	Oui	Non
Côté Sud	J : 15 V : 5	14 3	1 2
Côté Ouest	J : 9 V: 3	8 3	1 0
Côté Nord	J : 3 V : 3	3 3	0 0
Côté Est	J : 4 V : 3	2 0	2 3
Sur le passage menant à l'usine	J : 5 V: 4	5 4	0 0
Total : 54	**J : 36 soit 66,67%** **V : 18 soit 33,33%**	**32 soit 88,89%** **13 soit 72,22%**	**4 soit 11,11%** **5 soit 27,78%**

***J** : habitant âgé de 18 à 45 ans et **V** : habitant de plus de 45 ans*

Dans ce tableau 16, dans 36 personnes de tranche d'âge 18 ans à 45 ans entretenues sur l'imputation de l'esthétique du paysage, 88,89% contre 11,11% ont affirmé la présence de la perte esthétique du paysage et qu'ils en sont gênés. Ainsi, parmi les 18 personnes âgées (plus de 45 ans), 72,22% contre 27,78% ont affirmé la présence de la perte esthétique du paysage et qu'elles sont gênées par cette dernière.

3.1.2.4. Prélèvement des expressions/avis des ménages face aux dissensions entre usine et ménages

C'est bien de savoir comment l'usine et les ménages se divergent au niveau de l'occupation du site. Le tableau 17 montre les avis consistant à démontrer que le centre urbain est un site soit résidentiel ou soit est un site fonctionnel pour l'usine.

Tableau 18: Prélèvement des avis des ménages visités avec le nombre de personnes entretenues selon leur côté d'habitation aux dissensions entre usine et ménages tout autour d'elle

	Nombre total des ménages visités	Nombre total des personnes entretenues	Affirmation (il y a discordance)	Taux (%)	Non (pas de discordance)	Taux (%)
Sud (0m à 150m)	9	20	7	35	13	65
Ouest (0m à 150m)	6	12	8	66,67	4	33,33
Nord (0m à 150m)	3	6	4	66,67	2	33,33
Est (0m à 150m)	4	7	1	14,29	6	85,71
Sur le passage menant à l'usine	5	9	6	66,67	3	33,33
Total	**27**	**54**	**26**	**48,14**	**28**	**51,86**

A la question de savoir comment l'usine et les ménages se divergent au niveau de l'occupation du site, les habitants logés autour d'elle et ceux situés au passage de ses équipements transporteurs donnent leurs avis consistant à démontrer qu'il y a soit les dissensions (discordances) ou soit qu'il n'y en a pas. 65% des habitants du côté Sud (beaucoup des gens

entretenus sont majoritairement intellectuels) et 85,71% des habitants du côté Est (beaucoup des entretenus de cette partie sont à l'abri des nuisances) n'affirment pas les dissensions entre usine de ciment et leurs habitats.

3.1.2.4.1. Avis aux dissensions entre usine et ménages tout autour par tranche d'âge dans le centre urbain de Cibitoke

Le tableau suivant sert à présenter les perceptions des riverains de l'usine de ciment aux dissensions entre usine et ménages par tranche d'âge des entretenus.

Tableau 19: Avis sur dissensions entre usine et ménages par tranche d'âge des ménages avoisinant l'usine de ciment

Côté d'habitation	Dissensions entre usine et ménages		
	Catégories	Oui	Non
Côté Sud	J : 15 *A* : 5	3 4	12 1
Côté Ouest	J : 9 *A* : 3	5 3	4 0
Côté Nord	J : 3 *A* : 3	1 3	2 0
Côté Est	J : 4 *A* : 3	1 0	3 3
Sur le passage menant à l'usine	J : 5 *A* : 4	3 3	2 1
Total : 54	**J : 36 soit 66,67%** ***A* : 18 soit 33,33%**	**13 soit 36,11%** **13 soit 72,22%**	**23 soit 63,89%** **5 soit 27,78%**

***J** : habitant âgé de 18 à 45 ans et **V** : habitant de plus de 45 ans*

Le tableau 18 montre que le nombre des jeunes entretenus qui sont majoritaires à 63,89% n'affirment pas les dissensions entre usine et ménages (ce sont eux qui proposent les techniques d'anti-pollution au lieu de délocaliser l'usine). Contrairement aux personnes âgées, 72,22% affirment c'est aspect discordant entre usine et ménages l'environnant.

Pour bien clôturer cette partie de l'analyse des résultats, sur base des coordonnés de chaque ménage visité et enquêté, c'est mieux de les mettre sur une carte (figure). Elle identifie également les niveaux de nuisances selon distance-usine par façade et par maille d'habitation. En sommaire, elle se présente comme celle-ci.

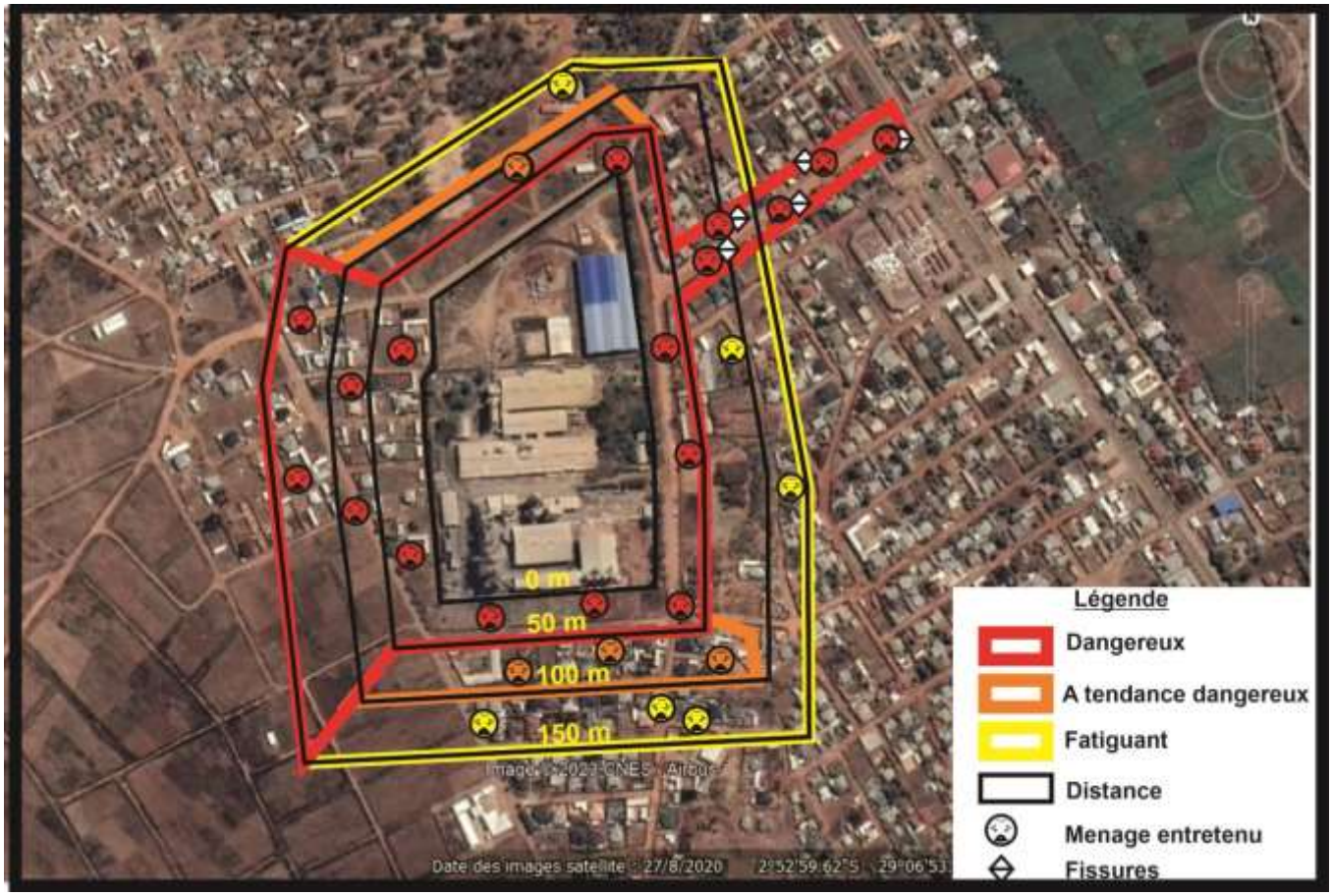


Figure 4 : Localisation des niveaux de nuisances par ménages enquêtés dans les intervalles de 0m-50m, 50m-100m et 100m-150m
Source : Auteur

3.2. Discussions des résultants

Après la collecte des données sur terrain, la présentation et l'analyse de données au cas précédent**,** il convient de confronter nos résultats à ceux des autres études ou à ceux des témoignages. Cette confrontation est d'autant plus nécessaire que la diversité des résultats (idées) émerge de bonnes conclusions et suggestions.

Après l'investigation sur terrain, nos résultats ont confirmé que les activités intenses de l'usine du ciment constituent les principales sources de nuisances sonores, olfactives et la perte esthétique du paysage dans le centre urbain de Cibitoke. Egalement, ces dernières sont dues

aux activités de l'usine qui sont vraisemblablement différentes avec celles des ménages, source de divergence de point de vue occupationnel du site qui évoque l'idée d'une dissension (discordance) de ces deux entités territoriales : usine et ménages.

3.2.1. Nuisances sonores

Le prélèvement des niveaux sonores était effectué à chaque intervalle de 50 m bruyante identifiée, précieusement d'un côté à un autre pendant les différentes descentes sur terrain effectuées dans le centre urbain de Cibitoke. Tout en s'appuyant à l'échelle des bruits en décibels (figure 1), nous avons pu montrer les deux seuils pénibles aux bruits de 60 dB à 80 dB et 80 dB à 100 dB de l'épicentre jusqu'à 150m de tous les côtés d'habitation pendant le jour et la nuit et de 80 dB à < 90 dB pour un camion qui passe dans la route en terre. Ci-dessous le résume dans le tableau 19.

Tableau 20: Données sono-métriques sur base de l'échelle des bruits entre 80 dB et 100dB

	60 dB à 80 dB – 80 dB à 100 dB					
	De 0 m à 50m		De 50 m à 100 m		De 100 m à 150 m	
	Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Sud	83,6 dB	89 ,3 dB	80,2 dB	81,3 dB	70,4 dB	72,8 dB
Ouest	91,4 dB	98,4 dB	88,1 dB	89,9 dB	85,3 dB	87,5 dB
Nord	81,9 dB	82 dB	75,7dB	77,7dB	73,4 dB	75.6 dB
Est	85,3 dB	87,5 dB	73,1dB	76,1 dB	67,1 dB	69,7 dB
Sur le passage menant à l'usine	84,6 dB : Pour un petit camion					
	91,6 dB : Pour un gros camion					

Légende :

: Bruits dangereux
: Bruits fatigants à tendance dangereux
: Bruits fatigants

Les résultats du tableau 19, en comparaison avec l'échelle des bruits en décibel (figure 1) montrent que :

- la maille 0 m à 50 m et lieu de passage des camions, pour tous les côtés, se trouve le point chaud des nuisances sonores donc *bruits dangereux* ;

- la maille 50 m à 100 m sur les côtes Sud et Ouest se trouvent dans la partie *de bruits dangereux* tandis que l'Est et le Nord se trouve sous *les bruits fatigants à tendance dangereux* ;

- la maille 100 m à 150 m à l'Est se trouve sous les *bruits fatigants* sauf les côtés Nord et Sud se trouvent sous *les bruits fatigants à tendance dangereux*.

- **Exception** : la côte Ouest se trouve sous les *bruits dangereux* pour toutes les mailles. Ceci peut être lié à la grande direction des vents dominant d'Est en Ouest (vents des montagnes à l'Est vers l'Ouest dans la plaine de la Rusizi).

Ce constant sur les nuisances sonores a été soutenu par les personnes entretenues (90,74%) qui affirment que les nuisances sonores sont présentes dans le centre urbain de Cibitoke (tableau 9). Parmi ces personnes qui affirment les nuisances sonores provenant des machines à l'usine et des camions de l'usine, 33 jeunes entretenus soit 91,66% et 15 personnes âgées soit 83,33% sont exprimés affirmativement (tableau 10). Le bruit est un problème sérieux et répandu dans des nombreuses phases de travail (Worksafe, 2014). L'exposition d'une longue durée au bruit intense de la machine peut causer une perte auditive permanente et avoir des conséquences catastrophiques sur leur santé physique et mentale, leur éducation et leurs perspectives d'emploi (OMS, 2022) . Ces bruits proviennent de machines, de processus de production et d'équipements utilisés.

L'essentiel de ces dernières proviennent du concassage et du broyage des minerais et de transport des manufactures ou d'approvisionnement des matières premières par les camions sur la route en terre. Nous avons ainsi montré les points les plus touchés des nuisances sonores (de 0 m à 150 m de tous les côtés d'habitation), ainsi que les ménages se trouvant sur le passage des camions de l'usine de ciment (tableau 19).

De départ, le niveau sonore est détecté à partir de l'épicentre (0 m au niveau de la clôture de l'usine) jusqu'à 150 m de dimension spatiale de tous côtés d'habitation. L'intervalle de 0 m à 50 m de tous les côtés d'habitation ainsi que les ménages sur la route en terre survivent des bruits dangereux si on regarde à l'échelle des bruits en décibels (80 dB à 100 dB : figure 1 et tableau 19).

Ainsi, les habitants de l'intervalle de 50 m à 150 m connaissent un bruit gênant (échelle des bruits en décibels) qui les rend intolérants. Cette intensité sonore a un impact négatif socio-sanitaire. La perte auditive progressive a un effet sur la capacité d'une personne à entendre la parole de l'autre. L'OMS, lors de la journée mondiale de l'audition, a fait savoir que plus d'un milliard de personnes âgées de 12 à 35 ans risquent souffrir de déficience auditive du fait d'une exposition prolongée et excessive à de la musique forte et à d'autres sons récréatifs. C'est bien évident que, lorsqu'une personne est atteinte de telle maladie ne guérit pas (OMS, 2022). Nos constats sur les nuisances sonores sont soutenus également par l'Organisation Mondiale de la santé en 2003. Elle définit le bruit supérieur à 65 dB comme une pollution sonore. Ainsi, selon elle, il devient nocif lorsqu'il dépasse 75 dB et est douloureux au-dessus de 120 dB. Cette institution a fait savoir également que le bruit de la circulation représente le bruit le plus polluant dans les villes. Par exemple, un klaxon de voiture produit 90 dB et un bus produit 100 dB (https://belowzerofarfreezing.com/fr/pollution-sonore/). A propos des résultats sonores trouvés sur terrain montrent que, dans les toutes façades de l'usine BUCECO ainsi que sur le passage menant à l'usine, les habitants survivent généralement le bruit qui est supérieur à 65 dB, mais la plupart de ces côtés cibles subissent le bruit supérieur à 75 dB.

En vertu, les résultats obtenus sur terrain en sont les preuves. Comme le témoignent les personnes entretenues, ce problème exige à l'homme de hausser la voix en cas de dialogue, d'écouter les appareils émetteurs à haute-voix pour mieux entendre, ou encore s'éveillent lorsqu'on accélère la machine de l'usine surtout en cas de concassage ou de broyage ; cela perturbe la capacité des élèves à se concentrer, etc. Les habitants entretenus témoignent également que les cas des vols pendant la nuit s'observent aux niveaux des ménages avoisinant l'usine de ciment parce que les voleurs profitent des moments où le bruit est fort.

3.2.2. Nuisances olfactives

Le rejet des poussières et des fumées par les équipements de BUCECO a été détecté par l'appareil-photo. La confirmation de la présence des nuisances olfactives est faite sur base d'un guide d'entretien préétabli (annexe 3) et la collecte des avis (tableaux 12 et 13).

Avec l'appareil-photo, nous avons montré les camions et les différentes cheminées qui rejettent dans l'air ambiant les poussières, les gaz et les fumées allant rendre toxique l'air à respirer (respectivement photo 5 et photo 14). Les photos des maisons et des plantes empoussiérées sont prises pour montrer la contribution des poussières à ce malaise (respectivement photos 6,

7, 15, 16 et photo 17). Ces dernières n'affectent pas seulement la santé environnement mais aussi les logements. La direction de l'hôpital Cibitoke dans ses services SIS (Système d'Information Sanitaire) et nursing, ne nie pas catégoriquement l'affirmation de certains symptômes grippaux, asthme, maux de tête, toux chronique observés au niveau du secteur Cibitoke. Mais, on ne peut pas confirmer totalement que c'est lié à l'existence de l'usine sur cet endroit. Selon le chef de SIS, ces maladies observées au niveau de l'hôpital attaquent les enfants de moins de dix ans et les personnes âgées de plus de 45 ans. Cette alternative a été soutenue par le fait que les gens de ce secteur ne font pas régulièrement des consultations de certaines pathologies pulmonaires, cutanées ou les cancers intestinaux lorsque les habitants remarquent certaines symptomatologies, déclarent les intervenants entretenus. Mais ils déplorent que, au fur du temps et à long terme, leurs enfants souffriront de ces effets funestes accumulatifs à cause de cette cohabitation usine/ménages. On sait que certains gaz polluants et/ou les poussières qui les accompagnent peuvent avoir un effet toxique sur le système circulatoire des personnes âgées, malades ou fragiles (environnement.sante.wallonie.be).

Ce constant sur les nuisances olfactives a été prouvé à 81,49% des personnes entretenues contre 18,51% (tableau 12) dont 88,88% de jeunes et 77,77% des personnes âgés (tableau 13). Les fumées et les poussières se dissimulent n'importe coin suivant la direction du vent et affectent la santé des êtres vivants. En passant par les costrats, les fenêtres et les portes lorsqu'elles sont ouvertes, etc., elles se condensent à l'intérieur du bâtiment et affectent les matériels domestiques. Selon l'institut Directives Opérationnelles de la BOAD, la question du contrôle des poussières engendrées par le transport des matériaux est beaucoup plus complexe à régler; les convoyeurs, les monceaux de matériaux stockés et leur transport routier peuvent être à l'origine d'une plus grande dégradation de la qualité de l'air que les gaz dégagés par les broyeurs et par les fours (https://www.boad.org/Wp-content/upload/éthique/do-37-industrie-ciment.pdf).

3.2.3. Perte esthétique du paysage

L'imputation de la perte esthétique du paysage liée au dépôt des particules polluantes sur les bâtis (photos 6 à 11 et 14 et 15) ou sur les plantes (photo 17) a été détectée. Des mesures ont été prises à la latte graduée en centimètre (image 4). Un guide d'entretien (annexe 3) a permis de collecter les avis des entretenus afin de confirmer s'il y a ou pas la perte esthétique du paysage (tableaux 15 et 16).

Le dépôt des poussières sur les habitats environnant l'usine et des particules poussiéreuses provenant des machines à l'usine contribuent à la vétusté des édifices de l'urbain. L'ampleur de dépôt des poussières sur les bâtis (tôles, fenêtres, lamelles, murs de maisons, etc.) et sur les plantes est facilement détectable. La descente sur terrain a été effectuée pendant la saison pluvieuse (mois de décembre). Cela explique que la lisibilité de dépôt des poussières sur les photos des biens prises doit être moindre du fait que lessivage par la pluie, le vent, la chute des feuilles pour les plantes l'ont fait alléger. Le pire se manifeste pendant la saison sèche où la circulation atmosphérique (vents) fait propager les particules polluantes de l'usine dans tous les coins. Les rejets se trouvent transportés jusqu' à des distances parfois considérables, et se déposent sur la végétation, provoquant souvent des dégâts sérieux (D. Auclair, 1976). Cela signifie que, même les ménages se trouvant en dehors de l'intervalle cible de notre étude sont affectés directement ou indirectement.

Les particules poussiéreuses du sol émises par les poids lourds et la fuite des poussières de ciment à l'usine sont à l'origine de la perte esthétique du paysage. Ce dernier aspect est empiré par l'intervention des paramètres climatiques comme la direction du vent ou la distance entre les bâtis et la source de pollution de l'air (la cimenterie) (Université de Tébessa, 2011). L'intensité de la circulation des camions en grand tonnage et leurs vibrations sur la route en terre engendrent respectivement l'émission des poussières et des fissures des murs des maisons proches d'elle (tableau 1).

En effet, les vibrations engendrées par les véhicules ont pour effet directe la fissuration des infrastructures en particulier le bâtis. La taille des fissures varie au fur et à mesure que l'on s'éloigne des routes. Selon, J. Paul Lacaze, l'amélioration du bien-être humain par l'amélioration du milieu ambiant présente un intérêt primordial pour un être vivant puisqu'elle affecte le logis de l'homme (bruits et qualité de l'air à l'intérieur d'une habitation), sa santé (qualité de l'air et de l'eau, bruits, élimination des déchets) (J-P. Lacaze, 1995).

Ces constats de dépôt des poussières sur les bâtis, sur les matériels domestiques et sur les plantes ainsi que les nombreuses fissurations, sources de la perte esthétique du paysage et d'autres dégâts, ont été soutenus par les personnes entretenues. 83,33% contre 16,67% ont affirmé que leur paysage est rendu sale par le rejet des particules poussiéreuses dans l'air ambiant par les machines à l'usine et par les émissions des poussières par les camions de l'usine (tableau 15). 88,89% des jeunes entretenus et 72,22% des personnes âgées l'ont soutenu et l'affirmé (tableau 16).

3.2.4. Dissensions entre usine et ménages tout autour d'elle

La collecte des avis par un guide d'entretien a permis de dégager les avis sur la divergence du point de vue occupationnel. Cette dernière aurait due aux activités complexes et intenses de l'usine dans l'urbain qui sont à l'origine des nuisances sonores, olfactives et l'imputation de l'esthétique du paysage.

Les intervenants entretenus du côté d'habitation Sud dont la majorité est des gens instruits ne nient pas les effets funestes induits par l'usine BUCECO sur l'environnement urbain de Cibitoke. 65% des personnes entretenues parmi lesquelles 63,89% des jeunes (tableaux 17 et 18) ont soutenu que la cohabitation entre le fonctionnel (usine) et le résidentiel (ménages) est possible à conditions que l'usine adopte des techniques de protection contre la propagation des agents polluants. Selon eux, au lieu de délocaliser l'usine, cette dernière peut utiliser des techniques de gestion de ses déchets dont l'isolation phonique, le dépoussiérage ou l'enfouissement des fumées et des poussières de ciment dans le sous-sol et la réhabilitation des axes de circulations.

En revanche, 85,71% des entretenus du côté d'habitation Est n'ont pas soutenu l'idée de dissensions entre usine et ménages et n'ont pas affirmé la présence de divergence du point de vue occupationnel due aux nuisances de l'usine. Ce constant a été soutenu par le fait que la partie de l'Est est épargné de ces nuisances de l'usine grâce à sa position géographique qui leur en épargne (maisons situées à l'abri des dommages usiniers, tableau 6).

L'utilisation des techniques qui consistent à gérer ces éléments nocifs (poussières, fumées, bruit, etc.) ne sont pas appliquées ni adaptées pour sauvegarder l'environnement urbain de Cibitoke. Dans 27 ménages de 54 personnes entretenues, 26 personnes soit 48,14% affirment les dissensions entre usine et ménages, origine principale de divergence de point de vue occupationnel du site urbain. En outre, sur ce point, 28 personnes soit 51,86% (tableau 18) ne l'affirment pas. Ils soutiennent qu'il y a une possibilité de les cohabiter même si l'usine et les ménages sont discordés (malgré la reconnaissance des polluants de l'usine BUCECO dans le site).

Selon les avis de ces majoritaires, les techniques fiables pour la part de l'usine pourraient aider à gérer cette divergence occupationnelle se trouvant entre l'usine et ses riverains.

CONCLUSION GENERALE

L'environnement urbain, sans lequel la société urbaine ne saurait survivre, est à considérer dès à présent et dans les cas comme la valeur publique numéro un, qui exige les précautions les plus attentives, des aménagements contrôlés, ordonnés, planifiés et concertés susceptibles d'assurer l'avenir de tout un urbain. Les habitants d'un milieu urbain sont à même non seulement de prévenir et d'arrêter la détérioration ultérieure de l'environnement urbain, mais aussi de l'améliorer dans les sens organisationnel et rationnel. L'analyse de la situation socio-environnementale porte sur l'effet des pollutions / nuisances de l'usine BUCECO. Elle est prise à trois dont *nuisances sonores*, *olfactives* et *la perte esthétique du paysage* (le dépôt des poussières sur les bâtis et les plantes). Elles sont étudiées et développées une à une et dans leur somme sur un habitant urbain, sur ses biens matériels et sur sa santé environnementale au centre urbain de Cibitoke.

Notre sujet d'étude n'est pas de proposer des solutions ou des recommandations; notre connaissance des problèmes locaux engendrés par la cohabitation usine et ménages dans le centre urbain de Cibitoke est beaucoup trop sommaire; mais d'inviter à réfléchir pour les concernés. Indéniablement, l'état socio-environnemental observé entre usine physico-chimique et ménages tout autour d'elle va avoir un impact fondamental sur le bien-être humain du centre urbain à court, moyen et à long-terme. L'administration de la région Cibitoke devrait aussi être un facteur actif, gérer la situation socio-environnementale entre usine-ménages dans l'espace urbain et non pas continuer de la suivre, la subir ou récupérer les apports socio-économiques de l'usine, le développement usinier de BUCECO et en même temps l'étalement des construits. Les habitants du centre urbain, ceux qui avoisinent l'usine de ciment en particulier, continuent à être endommagés par les effets directs ou indirects de l'usine (poussières, fumées, bruits, fissures,..). Cela montre que les atouts socio-économiques (emplois, services divers, …) dont les environnants tirent dans BUCECO sont en déséquilibre par rapport aux effets négatifs de l'usine du ciment qui pèsent sur leur environnement urbain.

La liaison entre développement industriel et aménagement urbain est si étroite qu'on ne peut pas les dissocier et à l'ambiguïté de l'un correspond les prescriptions hésitantes de l'autre. Nonobstant que le développement industriel est un levier du développement socio-économique à forte vitesse pour un pays sous développé, mais il doit être planifié et étudié pour ne pas compromettre l'environnement urbain et la santé environnementale.

La politique de décentraliser les industries/usines dans les centres urbains secondaires ou les centres à vocation urbaine a permis de désenclaver ces derniers et de pallier d'autres défis socio-économiques (infrastructures, terrain, chômage, exode rural, commerce, …) auxquels fait face le pays.

La collecte des données, avis et illustrations a été possible grâce aux outils appropriés utilisés dont le guide d'entretien, l'appareil photo, le sonomètre, GPS, Arc Gis, latte en centimètre, mètre ruban, etc. Ainsi, il est important de remarquer que les photos prises pendant la période de la grande saison de pluie, figures et images, ne sont pas en ce moment-là plus éloquentes que ceux peut-être pourraient être saisis pendant la saison sèche. Le lessivage par la pluie, le vent, perte des feuilles,… contribuent aux parties des illustrations la non-lisibilité de dépôt des particules polluantes. Ainsi, nous remarquons que les pollutions et nuisances de l'usine BUCECO sur les ménages du centre urbain de Cibitoke sont liées à sa topographie (terrain partagé par usine et ménages est presque plat), son urbanisme (insertion de l'usine physico-chimique au milieu des ménages en extension) et à l'état des routes menant à l'usine (routes en terre de mauvais état) ; qui exacerbent la propagation des particules polluantes sur les ménages tout autour d'elle.

Il est nécessaire d'informer et rappeler la population urbaine sur l'impact des nuisances et pollutions industrielles, celles de l'usine de ciment en particulier. C'est dans le but d'améliorer les connaissances sur les effets directs ou indirects de l'usine de ciment sur la santé humaine, la croissance des plantes et l'environnement urbain dans son ensemble. De ce fait, savoir consolider l'environnement urbain dans le centre de Cibitoke demeurera adéquat dans notre étude.

Au terme de ce travail de recherche, les résultats auxquels nous sommes arrivés confirment bel et bien la présence des dommages socio-environnementaux sur les ménages autour de l'usine BUCECO (nuisances sonores, nuisances olfactives, la perte esthétique du paysage urbain due aux particules poussiéreuses). Les activités complexes et intenses de l'usine BUCECO dominées par la production de ciment (transformation des minerais en ciment, l'approvisionnement des matières minières et la livraison de ciment constituent les principales sources de pollutions et nuisances. En effet, 27 ménages nuisibles de 54 personnes répartis selon leurs côtés d'habitation ont fait objet de cette recherche. 90,74% contre 9,26% affirment la présence des nuisances sonores et parmi lesquels ils survivent sous les bruits dangereux (de 0 m à 50 m de tous les côtés).

Les parties de 50 m à 100 m de Sud et Ouest sont sous bruits dangereux sauf à l'Est et au Nord qui se situent sous les bruits fatigants tendant vers dangereux. Les parties de 100 m à 150 m de tous les côtés se situent sous les bruits fatigants. L'Ouest est ici une exception car toutes ses mailles se situent dans les bruits dangereux. Nos résultats sono -métriques précédents demeurent convainquant à la lumière de l'échelle des bruits en décibels (figure1).

81,49% des entretenus contre 18,51% affirment la sensation des odeurs nauséabondes et suffocantes dans leurs côtés d'habitation. 83,33% des entretenus contre 16,67% affirment la présence de la perte esthétique de leurs bâtis et la pollution des plantes due au rejet des particules poussiéreuses par l'usine. A partir de cela, les dissensions entre l'usine BUCECO et les ménages qui se basent sur la divergence de point de vue occupationnel est confirmé partiellement. Cette évidence a été vérifiée par 51,86% qui réclament que les activités complexes et intenses de l'usine portent préjudices sur les ménages et l'environnement en général, avec conditions que la cohabitation de l'usine et ménages soit accompagnés par les techniques de protection. Par contre, 48,14% sont catégoriques. Ils affirment la fréquence des nuisances et réclament la délocalisation de l'usine. L'administration zonale elle aussi propose de délocaliser l'usine de ciment (aspect monopoliste au niveau national) sur le même territoire de Cibitoke. Ainsi, nous jugeons que les résultats obtenus sur terrain soutiennent et concordent à nos hypothèses selon lesquelles elles ont évoqué les dommages socio-environnementaux et les dissensions entre usine de ciment et ménages du point de vue occupationnel.

De ce fait, il est nécessaire d'approfondir des recherches sur l'étendue urbaine fréquemment atteinte par les nuisances olfactives (fumées, poussières de ciment et celles en terre) par utilisation d'un appareil « *Olfactomètre* » (instrument de mesure de la teneur des polluants dans l'air ambiant et ses odeurs en exprimant la concentration en m^3 d'air). Etudier avec des matériels, dans les recherches ultérieures, les catégories des gens par âge attaquées par les maladies respiratoires, oculaires et les maladies liées à la consommation des produits comestibles contaminés par les particules polluantes physico-chimiques de l'usine de ciment serait d'autant pertinent. Aussi, importe-t-il de mener une telle étude dans les autres centres urbains du pays accueillant de tel type d'industries / usines, particulièrement dans l'ensemble des pays qui sont en voie d'industrialo-économique comme le nôtre.

C'est aussi vital d'encourager la promotion des industries et usines suivie par la planification ordonnée, qui implique dans ses préoccupations l'aspect « écologie », pour pallier les problèmes socio-environnementaux dans les villes dus aux activités des industries et pour

atteindre le développement durable souhaitable dans ses objectifs 3 et 9 (https://www.un.org Passim). Il serait souhaitable également, aux autres intéressés, de mener des analyses ultérieures sur les autres points même qui pourraient être apparentés sur mon sujet d'étude.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Ouvrages généraux

1. Académie des Sciences de l'U.R.S.S (Institut de géographie), (1975) *Homme, Société, et Environnement*. Les Editions du Progrès, U.R.S.S, 479 p.
2. Anquetil-Peyralbes, N. *et al.*, (1993) *Géographie2è*. Sous la direction de Christian Bouvet et Jacques Martin. Hachette, Paris, 287p.
3. Auclair, D., (1976) *Effets des poussières sur la photosynthèse.* Annales des sciences forestières, INRA/EDP Sciences, 33 (4), 247-255 pp.
4. Bakevya, P. *et al.*, (2002) *Bujumbura centenaire 1897-1997 (Croissance et défis),* sous la direction de Sylvestre Ndayirukiye. Le Harmattan, Paris , 375p.
5. Barrière, M. *et al*., (1984) *L'environnement, l'écologie : nuisances, pollutions, énergie, gestion des espaces naturels, études préalables (Guide du citoyen et de l'élu).* Syros, Paris, 204p.
6. Beaujeu-Garnier, J., (1980) *Géographie urbaine*. Armand Colin, Paris V^{e}, 358p.
7. Belhedi, A., (2010) *L'aménagement du territoire : Principes & approches*. Université de Tunis (Faculté des Sciences Humaines & sociales), Tunis, 127p.
8. Benko, G. *et al.*, (1992) *Lexique de Géographie humaine et économique*. Sous la direction de Claude Cabanne, 2^{e} édition. Dalloz, Paris Cedexes, 449p.
9. Bidou, J.E. *et al*., (Octobre1991) *Géographie du Burundi*. Hâtier, Paris, 288p.
10. Chaline, C., (1989) *Les villes du monde arabe.* Masson, Paris, 188p.
11. Chevalier, F. et Malleret, V., (Mars 2001) *Organisation spatiale et performance des services*, HEC, Paris, 51p.
12. Denis, J., (1956) *Coquilhatville. Eléments pour une unité de géographie sociale*. Aéquatoria, Paris, 1vol., 150 p.
13. Donolo, C., (1972) *Stratégies de décentralisation et de localisation industrielle.* Presses universitaires de Paris, Vendôme, 189p.
14. Ewing, A.F., (1968) *Industrie en Afrique*. Oxford University Press, London, 186p.
15. Gourevitch, L. et Gornung, M.B., (1982) *L'Océan Mondial : Géographie économique*. Editions du Progrès, Moscou, 307p.
16. Guillaume, P., (1994) *Le monde colonial XIXe – XXe Siècle*. Armand Colin Editeur, Paris, 282p.
17. Lacaze, J-P., (1995) *Introduction à la planification urbaine (imprécis d'urbanisme à la*

française). Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 386p.

18. Schärlig, A., (1973) *Où construire l'usine ?la localisation optimale d'une activité industrielle dans la pratique*. Bordas, Bruxelles, 228p.
19. Université de Tébessa, département d'hydrogéologie et de biologie, (le 19 et 20 janvier 2011) *Le ciment sur l'environnement (eau-sol-air). Cas de la cimenterie ERCE (1er Séminaire International sur la Ressource en eau au Sahara : Evaluation, Economie et Protection)*. Tébessa, Ouargla, 486p.

2. Revue

1. Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) (Département Epidémiologie en Entreprises). ''*Expositions professionnelles aux poussières de ciment et risque de cancer''*, pp.4/22, in Carole, L-A., Wild P., Héry M., Moulin J-J., (Avril 2002), Paris, Vandœuvre cedex, 22pp.
2. Mashini J-C., D.M. ''Geographical research viewed through the lens of doctoral dissertations'', volume 4, n°1, in Congo D. R. from 1956 to 2016 tiré dans Pain, (1984), *Revue Canadienne de Géographie tropicale. https://www3.laurentian.ca/rcgt-cjtg/volume-4-numero-1/la-recherche-geographique-a-travers-les-theses-de-doctorat-en-rd-congo-de-1956-a-2016/ (le11/03/2021).*

3. Mémoires

1. Bouzenad, S. et Medfouni, K., (Juin 2016) *Usine du ciment de Sigus* : *Investigation géologique et géotechnique*. Université Larbi Ben M'hidi. Oum El Bouaghi (Faculté des Sciences de la Terre et de L'Architecture, Département de Géologie, mémoire présente en vue de l'obtention du diplôme de master en Géologie de l'Ingénieur), Alger, 106p.
2. Diadhiou, M. H. F., (Juillet 2008) *Le dépoussiérage et la filtration aux Ciments Du Sahel : Etude du fonctionnement et de la maintenance du Baghouse*. Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Centre de THIES Département Génie Electromécanique, mémoire défendu en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception), Dakar, 94p.

4. Articles

1. Pecqueur, B., (2014/3) ''Esquisse d'une géographie économique territoriale'', *L'Espace Géographie,* (Tome 43), Paris, 214 p. -*https://www.carin.info/journal-espace-*

geographie-2014-3-pge-198.html

2. Dunya-Ethic, (3/Mai/2020) ''Cimenterie au Sénégal'', *Quels impacts environnementaux et sociétaux?*, Dunya-Ethic. *https://dunya-ethic.com/industrie-du-ciment-au-senegal-impacts-et-preconisations/* (consulté le 24/02/2022)
3. Loi n°1/09 Du12 Aout 2016 portant Code de l'urbanisme, de l'habitat, et de la construction au Burundi article 18, alinéa4 de la République du Burundi, 33p.

5. Rapports

1. Centre des Nations Unies pour les établissements Humains et Ministère des Travaux Publics, Energie et des Mines, (1985) *Centres urbains du Burundi (Profil de centres secondaires, propositions de schémas d'aménagement),* Rapport final, Bujumbura.
2. CIMERWA LIMITED RWANDA, (Juillet 2010) *Projet de création d'une cimenterie d'une capacité de production de 600 000 tonnes de ciment par an à Muganza*, District de Rusizi, Province de l'Ouest, Rwanda, Kigali, Plan d'Action de Réinstallation (PAR), 17p.
3. ISTEEBU, (Février 2020) *Projections démographiques au niveau communal 2010-2050*. Bujumbura, ISTEEBU, 402p.
4. Legent, F., (2012) *Home noise pollution due to neighbourhood activities. Analysis and control,* rapporteur au non d'un groupe de travail de la commission XIV.
5. Griffin, P. *et al.*, (2016) *Industrial energy use and carbon emissions reduction*: a UK perspective, *WIREs Energy Environ*, 5:684–714. Disponible sur : <*https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/wene.212*> (consulté le27/7/2021)
6. Pays d'Aix, (04/2007) *Les émissions dues aux Transports routiers* (Note de synthèse réalisée dans le cadre d'un projet soutenu par la région PACA et la CPA), Le Noilly Paradis, Marseille, p.8/20p.
7. Plan d'Action de Lagos, cité par l'ONUDI in « *Décennie du développement industriel de l'Afrique* », (29 Aout 1983), 12p.
8. Rapport de l'Institut national de santé publique du Québec, (2019). *http://www.inspq.qc.ca.*
9. République du Burundi, (1989) *IV^{ème} plan quinquennal de développement économique et social du Burundi* 1*988*-1*992,* La République, Bujumbura, 125 p.
10. UNEP, (17 février2022) *Frontières 2022 : bruit, flammes et décalages,* ONU, Genève. *htpps://www.unep.org/resources/frontières-2022-bruit-flammes-et-decalages (consulté le29/3/2023)*

6. Publications

1. AIB (Association des Industries du Burundi), (17 décembre 2020) *L'Industrie facteur incontournable du développement économique*, Hôtel club du lac Tanganyika, Bujumbura ;
2. Brasseul, J. et Lavrard-Meyer, C., (2016) *Economie du développement*, Armand colin, Paris, 384p.
3. Commission Economique pour l'Afrique, (1963) *Considérations sur l'aménagement du territoire en Afrique (Note du secrétariat),* Houpa, Addis-Abeba, 28p.
4. Fédération Interprofessionnelle de la santé du Québec, (2013) *L'environnement : Les nouvelles connaissances usuelles*, Bibliothèque nationale du Québec, Québec, 4e trimestre, 35p.
5. L'OMS, (2 mars 2022) ''Journée mondiale de l'audition 2022'', *Publication d'une nouvelle norme pour faire face à la menace croissante que représente la déficience auditive*, OMS, Genève.
6. OMS/Europe, (2011) *Les nuisances sonores dues au bruit ambiant*, Parme, OMS. *https://www.euro.who.int/fr/media-centre/sections/press-realeases/2011/O3/new-evidence-from-who-on-health-effects-of-traffic-related-noise-in-europe (consulté le11/3/2021)*
7. ONU, (2015) *L'urbanisation rapide de l'Afrique comme moteur de développement durable,* ONU, New York
8. Publication du journal Planète Jeunes n°88 par Dr Aïssa Diarra, baladeurs ou MP3, attention aux oreilles ! Consulté le 9/8/2021
9. République du Burundi : Troisième Recensement Général de la population et de l'habitat du 16/8/2008 ;
10. Rujugiro Ayabatwa, T, (2013) *La production de Burundi Cement atteint des niveaux records*, Burundi Cement Company, Saint-Denis. *https://tribertrujugiro.com/*
11. Worksafe, (Juillet 2014) *Perte auditive due au bruit*, *https://www.**tr**availsecuritaire.ca/media/1234/perte-auditive-due-au-bruit-1-français.pdf* (consulté le3/2/2022).

7. Electroniques

1. Bruit et santé : *https://www.bruit.fr/images/stories/pdf/guide-bruit-sante-cidb-2013.pdf*, (consulté le12/08/2021)*;*
2. CO2 pour le réchauffement climatique *: https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/climatologie-atmosphere-850/* (consulté le 24/02/2022) *;*
3. Comparaison des niveaux de bruit en dB *: https://www.acoustix.be/fr/isolation-acoustique/actualités/echelle-des-decibels-comparaison-des-niveaux-de-bruit-en-db* (consulté le12/08/2021)*;*
4. Directives opérationnels de la BOAD pour enjeux spécifiques des émissions de particules dans l'atmosphère: *https://www.boad.org/Wp-content/upload/éthique/do-37-industrie-ciment.pdf* (consulté le 27/01/2022)*;*
5. Effet de nuisance. https:// *www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/documents/bruit-environnemental/figure-2-proportion-personnes-fortement-derangees.pdf (consulté le11/3/2021);*
6. Gaz polluants. *environnement.sante.wallonie.be* (consulté le 28/2/2023)
7. *https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/651222/cement-decarbonisation-action-plan.pdf*(consulté le 13/08/2021) *;*
8. *https://fr.wikipedia.org/wiki/Pollution#Point_de_vue chr%C3%A9tien* (consulté le 11/03/2021) *;*
9. *https://isanganiro.org/2020/11/17/burundi-le-secteur-industriel-pilier-du-developpement/* (consulté le 01/06/2021)*;*
10. *https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/technopole/*(consulté le 12/03/2021);
11. La date d'implantation de BUCECO : *https://www.prnewswire.com/fr/communiques-de_presse/tribert-rujugiro-ayabatwa--la-production-de-burundi-ciment-atteint-des-niveaux-records-198610421* (consulté le 13/01/2021)*;*
12. La superficie du centre Cibitoke : *https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Cibitoke (*consulté le 23/03/2021)*;*
13. Le calcaire de Cibitoke : *https://burundi-agnews.org/economie/burundi-cement-companybuceco-va-exploiter-le-calcaire-de-cibitoke/amp* (consulté le 08/08/2021)*;*
14. Le rejet du CO_2 dans l'atmosphère : *https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/rechauffement-climatique-fabrication-*

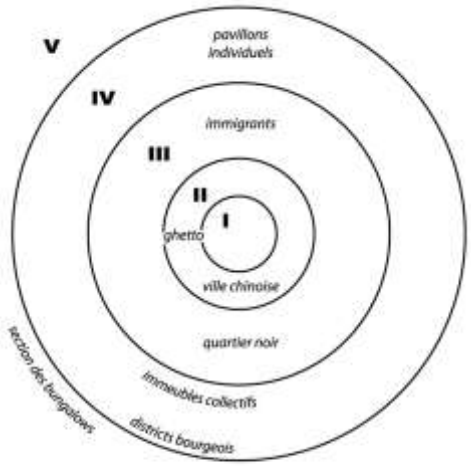
ciment-participe-t-elle-rechauffement-climatique-4090/(consulté le 21/08/2021) *;*

15. Les ODD : *https://www.un.org* (consulté le 04/02/2022).
16. Pollution sonore : une menace pour la santé des animaux et des animaux : https://unric.org/fr/l*a-pollution-sonore-une-menace-pour-la-sante-des-humains-et-des-animaux/* (consulté le 26/06/2022) ;
17. Pollution sonore: *https://belowzerofarfreezing.com/fr/pollution-sonore/* (consulté le 24/02/2022) ;
18. Santé et sécurité: *https://ec.europa-eu/taxation-customs/dds2/SAMANCTA/FR/safety/Dust-FR.htm* (consulté le 24/02/2022);
19. Wiktionnaire (Adjectif résidentiel) : *https://www.lalanguefrancaise.com/dictionnaire/definition/residentiel/* (consulté le 26/08/2021)*;*

ANNEXES

Annexe 1 : Modèle de la structure urbaine radioconcentrique de Burgess(1925)

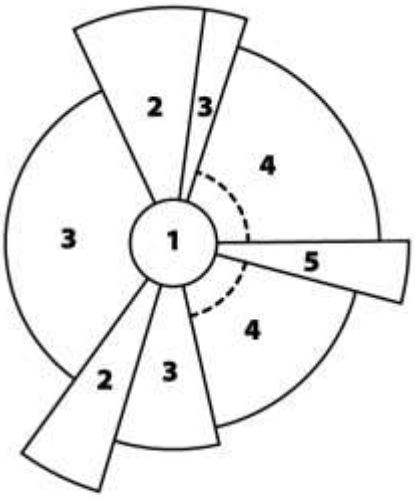
Le schéma ci-dessous montre l'extension de la ville selon Burgess. Ce schéma défendu par Burgess en 1925 de l'école de sociologie et de géographie de Chicago. L'organisation spatiale de la ville part du centre considéré comme point de référence avec la compétition au niveau de l'occupation du sol et appartenance sociale.



I- Centre
II- Zone de transition
III- Résidence des travailleurs
IV- Résidence des classes plus aisées
V- Zone des migrations

d'après R. Park et E. Burgess (1925), *The City*, Chicago, University of Chicago Press
modifié G. Baudelle, E. Ducom ; dessin : F. Bonnaud

Annexe 2 : Le modèle des secteurs ou modèle radicale Hoyt (1939)



Légende

1 – Centre des affaires

2 – Industrie légère et entrepôts

3 – Résidences des classes pauvres

4 – Résidences des classes moyennes

d'après H. Hoyt (1933), *One hundred years of land values in Chicago*, Chicago, University of Chicago Press
modifié G. Baudelle, E. Ducom ; dessin : F. Bonnaud

Annexe 3 : Guide d'entretien

A. Identification du sujet

a. Nom et Prénom : (facultatif)
b. Catégorie sociale : (Père, Mère, Enfant)
c. Age :
d. Sexe : (Masculin, Féminin)
e. Profession :
f. Niveau d'étude :
g. Adresse actuel de résidence :

B. Entretien proprement dit:

1. Entre ménages tout autour et usine, qui a occupé le site avant l'autre ?
2. Si vous avez été le premier occupant, avez-vous été informé de l'implantation de l'usine du ciment dans votre localité ?

3. Quel profit en tirez-vous de cette cohabitation usine et ménages ?

4. Par la présence de l'usine du ciment sur le centre urbain de Cibitoke, y-a-t-il des apports socio-économiques de la part de l'usine BUCECO sur les citadins ? S'il y en a, qui sont-ils ?

5. Portée à votre connaissance, y-auraient-ils des éléments polluants qui proviennent de l'usine qui gênent les ménages l'environnant dans la vie quotidienne ? S'il y en a, qui sont-ils ?

6. D'après vous, ces éléments gênants affectent-ils votre ménage ?

7. Que pourraient être l'origine de ces éléments gênants ?

8. Par rapport à votre ménage ; quelles nuisances usinières qui vous rendent vulnérable ?

9. Quelles sont les moments où la pollution est très importante ?

10. Y-a-t-il des mésententes entre l'usine et les ménages l'environnant au centre urbain de Cibitoke?

- Si Oui, elles sont dues à quoi ?
- Si Non, justifier la réponse.

11. Y-auraient-elles des répercussions socio-environnementales / sanitaires que vous envisagez, depuis l'implantation de l'usine de ciment, en provenance de la cohabitation de l'usine et ménages ?

12. Y-a-t-il moyen de laisser cohabiter l'usine et les ménages sur un même site ?

- Si Oui, comment et avec quelles techniques d'adaptation ?
- Si Non, pourquoi ?

C. Supplément pour les hôpitaux

1. Dans votre hôpital, avez-vous constaté les maladies liées à la pollution de l'usine BUCECO ? A quelle ampleur ? (maladie par maladie)

2. A partir de quand avez-vous constaté ces maladies ?

3. Quelle période pendant laquelle ces maladies sont les plus fréquentes ?

D. Supplément pour l'administration

1. Y-auraient –ils des disputes entre les ménages et usines portées à votre connaissance ?
S'il y en a combien ?.....
Elles sont dues à quoi ?.....

2. Quelles sont les remèdes avez-vous proposé à cette situation ?

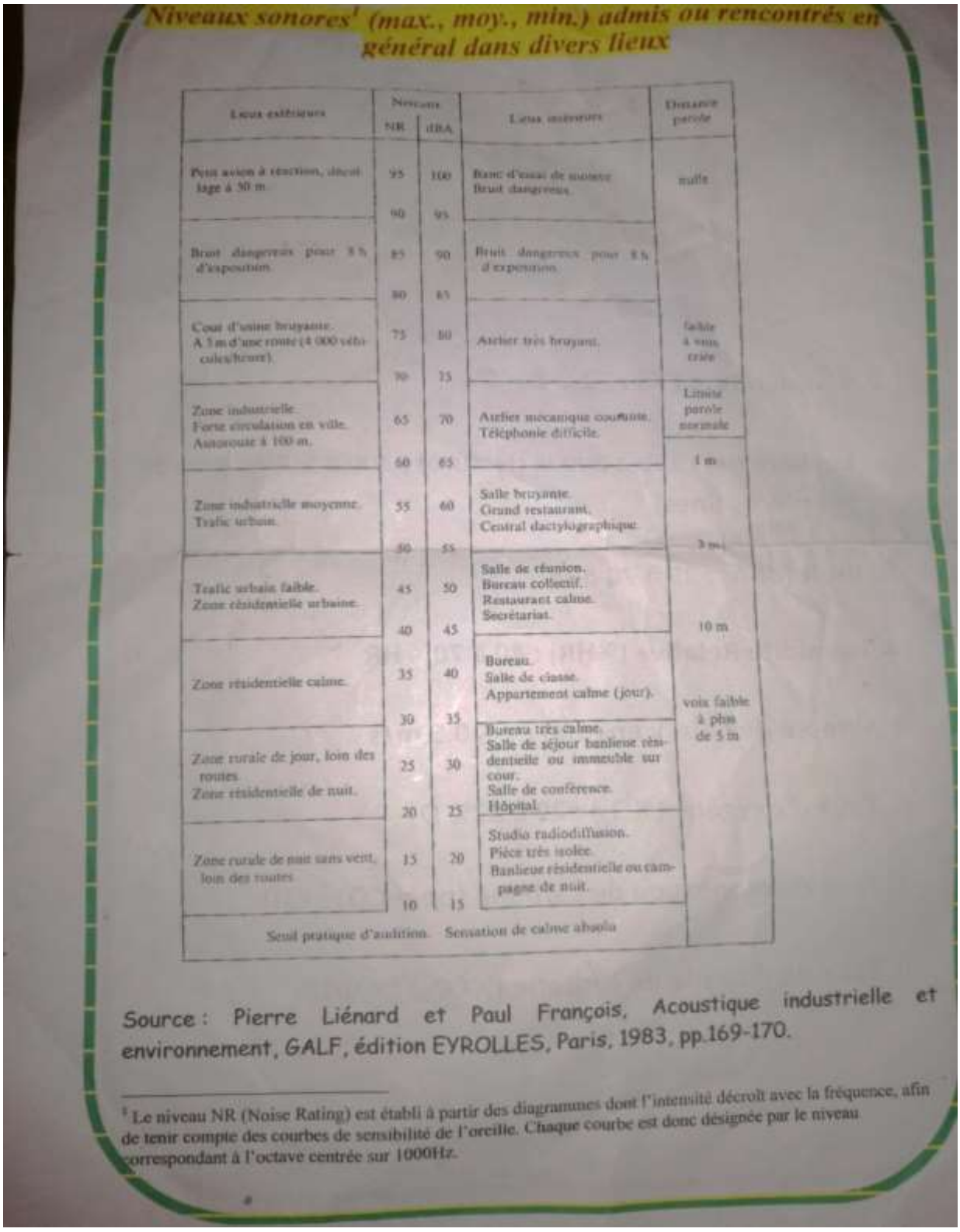
3. Que pourraient être les remèdes durables à cette situation ?

Annexe 4 : Exemples de maladies liées à des polluants

Health impact	Associations with some environmental exposures
Infectious diseases	Water, air and food contamination Climate change-related changes in the lifecycle of pathogens
Cancer	Air pollution Some pesticides Asbestos Natural toxins (aflatoxins) Polycyclic aromatic hydrocarbons Some metals, e.g. arsenic, cadmium, chromium Benzene Dioxins
Cardiovascular diseases	Air pollution Carbon monoxide Lead
Respiratory diseases, including asthma	Sulphur dioxide Nitrogen dioxide Inhalable particles Ground-level ozone Fungal spores Dust mites Pollen
Skin diseases	UV radiation Some metals, e.g. nickel Pentachlorophenol Dioxins
Reproductive dysfunctions	Polychlorinated biphenyls (PCBs) DDT Cadmium Phthalates and other endocrine disruptors Pharmaceuticals
Developmental (foetal and childhood) disorders	Lead Mercury Cadmium Some pesticides Endocrine disruptors
Nervous system disorders	Lead PCBs Methylmercury Manganese Some solvents Organophosphates
Immune response	Some pesticides

Source: 2013 UNEP Year Book. *https://planeteviable.org/impacts-pollutions/* (consulté le 24/2/2022)

Annexe 5 : Niveaux sonores des divers lieux



Niveaux sonores[1] (max., moy., min.) admis ou rencontrés en général dans divers lieux

Lieux extérieurs	Niveaux NR	Niveaux dBA	Lieux intérieurs	Distance parole
Pistes avion à réaction, décollage à 50 m.	95	100	Banc d'essai de moteur. Bruit dangereux.	nulle
	90	95		
Bruit dangereux pour 8 h d'exposition.	85	90	Bruit dangereux pour 8 h d'exposition.	
	80	85		
Cour d'usine bruyante. A 5 m d'une route (4 000 véhicules/heure).	75	80	Atelier très bruyant.	faible à voix criée
	70	75		
Zone industrielle. Forte circulation en ville. Autoroute à 100 m.	65	70	Ateliers mécanique courante. Téléphonie difficile.	Limite parole normale
	60	65		1 m
Zone industrielle moyenne. Trafic urbain.	55	60	Salle bruyante. Grand restaurant. Central dactylographique.	
	50	55		3 m
Trafic urbain faible. Zone résidentielle urbaine.	45	50	Salle de réunion. Bureau collectif. Restaurant calme. Secrétariat.	
	40	45		10 m
Zone résidentielle calme.	35	40	Bureau. Salle de classe. Appartement calme (jour).	voix faible à plus de 5 m
	30	35		
Zone rurale de jour, loin des routes. Zone résidentielle de nuit.	25	30	Bureau très calme. Salle de séjour banlieue résidentielle ou immeuble sur cour. Salle de conférence. Hôpital.	
	20	25		
Zone rurale de nuit sans vent, loin des routes.	15	20	Studio radiodiffusion. Pièce très isolée. Banlieue résidentielle ou campagne de nuit.	
	10	15		
Seuil pratique d'audition.			Sensation de calme absolu	

Source : Pierre Liénard et Paul François, Acoustique industrielle et environnement, GALF, édition EYROLLES, Paris, 1983, pp.169-170.

[1] Le niveau NR (Noise Rating) est établi à partir des diagrammes dont l'intensité décroît avec la fréquence, afin de tenir compte des courbes de sensibilité de l'oreille. Chaque courbe est donc désignée par le niveau correspondant à l'octave centrée sur 1000Hz.

Annexe 6 : Camions d'approvisionnement des matières premières

Annexe 7 : Etat des ménages empoussiérés sur la voie d'approvisionnement à l'usine

Annexe 8 : Etat des lieux des routes en terre (passage en vrac des camions)

Annexe 9 : Effet des poussières de ciment sur les plantes