Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines (FLASH)

Université d'Abomey-Calavi (UAC)

Faculté des Sciences et Techniques (FAST)
Chaire Unesco des Sciences, Technologie et Environnement (CUSTE)

Ecole Doctorale Pluridisciplinaire
"Espaces, Cultures et Développement" (EDP)

Laboratoire d'Aménagement Régional & Développement (LARD)

Thèse de Doctorat présentée par :
Janvier Dèhou GUEDENON
Pour l'obtention du grade de Docteur en Géographie et Gestion de l'Environnement de l'Université d'Abomey-Calavi
Option: Environnement, Santé et Développement
Spécialité : Géographie et Gestion de l'Environnement



GESTION DES DECHETS DES USINES PRODUCTRICES D'HUILES VEGETALES DANS LES COMMUNES DE BOHICON ET DE ZOGBODOMEY

Directeur de Thèse :
Pr Noukpo AGOSSOU (Ph. D)
Professeur Titulaire UAC/FLASH

Co-Directeur de Thèse :
Dr Ir Mouïnou A. IGUE (Ph. D)
Maître des Recherches (CAMES)
Chercheur-Enseignant INRAB/ Agonkanmey

JURY

Président : **M. Michel BOKO**
Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

1er Rapporteur : **M. Noukpo AGOSSOU (Ph. D)**
Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

2ème Rapporteur : **M. Mouinou A. IGUE**
Maître de Recherches au CAMES, INRAB, Bénin

Examinateurs :

M. Taoffiki AMINOU
Professeur Titulaire, Université d'Abomey-Calavi, Bénin

M. Pierre T. ZOUNGRANA
Professeur Titulaire, Université de Ouagadougou, Burkina Faso

M. Jean M. SOGBEDJI
Maître de Conférences, Université de Lomé, Togo

Soutenue, le lundi 21/ 12/ 2015

Mention : Très Honorable

SOMMAIRE

DEDICACE 4
SIGLES ET ACRONYMES 5
Avant-propos 7
Remerciements 9
Résumé 12
Abstract 13
INTRODUCTION 13
PREMIERE PARTIE : CADRE THEORIQUE ET ETAT DES CONNAISSANCES 16
CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUEL 17
1-1 Problématique 17
1-2 Clarification des concepts 23
CHAPITRE II : ETAT DES CONNAISSANCES 33
2-1 Activités humaines, gestion des déchets et impact environnemental 33
2-2 Impact environnemental des industries 36
2-3 La pollution industrielle, un impact négatif environnemental 37
2-3-3 Pollution des sols 44
2-4 Industrie et développement durable 48
DEUXIEME PARTIE : CADRE DE L'ETUDE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE 63
CHAPITRE III : FACTEURS PHYSIQUES ET HUMAINS INFLUENÇANT LA PRODUCTION DES DECHETS DE LA SHB ET DE FLUDOR BENIN 64
3-1 Environnement physique de Bohicon et de Zogbodomey 64
3-2 Cadre humain de la zone d'étude 75
3-3 Activités économiques à Bohicon et à Zogbodomey 77
CHAPITRE IV : DEMARCHE METHODOLOGIQUE 82
4-1 Données utilisées 82
4-2 Outils de collecte des données 83
4-3 Techniques de collecte de données 84
4-4 Méthode de traitement des données 87
TROISIEME PARTIE : TECHNIQUE DE PRODUCTION DES DECHETS ET POLLUTION ENGENDREE 106

CHAPITRE V : TECHNIQUE DE PRODUCTION ET DECHETS DES HUILERIES... 107
5-1 Mécanisme de production des huiles végétales 107
5-2 Typologies des déchets produits par les huileries de SHB et Fludor 114
CHAPITRE VI : POLLUTIONS ATMOSPHERIQUE ET DES EAUX PAR LA SHB ET FLUDOR BENIN 125
6-1 Nuisance atmosphérique par les huileries 125
6-2 Effets des effluents des huileries sur les eaux de surface et souterraine 134
CHAPITRE VII : CONSEQUENCES DES DECHETS DES HUILERIES SUR LES SOLS, LES VEGETAUX ET LA SANTE DES POPULATIONS ENVIRONNANTES 147
7-1 Impacts des huileries sur les sols 147
7-2 Impacts des déchets de la SHB et Fludor sur la végétation 154
7-3 Environnement industriel de la SHB et de Fludor très dégradé 155
7-4 Conséquences du fonctionnement des huileries sur la santé humaine 161
QUATRIEME PARTIE : ACTIVITES DE REDUCTION DE LA POLLUTION ET LEUR ANALYSE..... 174
CHAPITRE VIII : MESURES D'ATTENUATION DES NUISANCES ENVIRONNEMENTALES DES HUILERIES 175
8-1 Politique environnementale instaurée par la SHB et Fludor Bénin 175
8-2 Gestion providentielle des déchets des huileries 185
8-3 Etat béninois, pollution industrielle et sauvegarde de l'environnement 193
Conclusion partielle 194
CHAPITRE IX : DISCUSSION, DIFFICULTES ET LIMITE DE L'ETUDE 195
9-1 Discussion 195
9-2 Difficultés et limite de l'étude 199
CONCLUSION GENERALE 202
BIBLIOGRAPHIE 205
LISTE DES FIGURES 220
LISTE DES TABLEAUX 221
LISTE DES PHOTOS 222
ANNEXES 224

DEDICACE

- A mes géniteurs Modeste GUEDENON et Agathe AGO, pour leur engagement à mes côtés sans lequel je ne pouvais pas atteindre ce niveau d'étude ;

&

- A mon feu oncle, Dr Augustin GUEDENON, en signe d'hommage au modèle que tu as été pour toute la famille.

SIGLES ET ACRONYMES

ACV : Analyse du Cycle de Vie

AFNOR : Association Française de Normalisation

AGEPEUA : Association pour la Gestion et la Protection de l'Environnement Urbain et Agricole

ASECNA : Agence de Sécurité pour la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar

C/ST : Chef de Service Technique

CA : Chef d'Arrondissement

CAPOD : Projet de renforcement des capacités en Conception et Analyse des Politiques de Développement

CBDIBA : Centre Béninois pour le Développement des Initiatives à la Base

CQ : Chef de Quartier

CREPA : Centre Africain pour l'Eau Potable et l'Assainissement

DBO5 : Demande Biochimique en Oxygène en 5 jours

DCAM : Développement Communautaire et Assainissement du Milieu

DCO : Demande Chimique en Oxygène

DGAT : Département de Géographie et Aménagement du Territoire

DG Eau : Direction Générale de l'Eau

DHAB : Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de Base

DST: Direction des Services Techniques

EPAC : Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi

GES : Gaz à effet de Serre

Gg : Gigagramme

INRAB : Institut National des Recherches Agricoles du Bénin

INSAE : Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change (en anglais)

ISO : International Standardisation Organisation (en anglais)

LARD : Laboratoire d'Aménagement Régional & Développement

LSSEE : Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement

MEHU: Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme

MMEE *:* Ministère des Mines, de l'Energie et de l'Eau

MES : Matières en Suspension

MS : Ministère de la Santé

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONU : Organisation des Nations Unies

ONUDI : Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel

ORSTOM : Office de Recherches Scientifiques et Techniques d'Outre-Mer

PEB : Profil Environnemental du Bénin

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitation

ROCARE : Réseau Ouest et Centre Africain pour la Recherche en Education

SCB : Société des Ciments du Bénin

SDAC : Schéma Directeur d'Aménagement Communal

SHB : Société des Huileries du Bénin

SOBEBRA : Société Béninoise de Brasseries

SOCOBE : Société Cotonnière du Bénin

SODECO : Société de Développement du Coton

Avant-propos

Jadis focalisée sur des approches curatives ayant montré leurs limites, la gestion de l'environnement passe aujourd'hui par une intégration systématique dans les processus de conception des produits et procédés de transformations des matières premières minières et agricoles. La prise de conscience sur la sauvegarde de l'environnement, bien que tardive, s'est observée à plusieurs échelles.

Au niveau international, la première conférence des Nations Unies sur l'environnement s'est tenue en 1972 à Stockholm en Suède. Il était question d'établir pour la première fois, une relation entre le développement économique et la dégradation de l'environnement. La conférence de New Delhi de 1982, a posé les bases de l'écologie industrielle en ressortant le rapport devant existé entre l'industrie et son environnement après le boycott de la conférence de Nairobi en 1981 par les grandes puissances industrielles. A la suite de cette assise, des institutions sont mises en place pour l'application des résolutions. Vingt ans après, ce fut le sommet "Planète Terre". A cette conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement à Rio de Janeiro en 1992, les nations se sont entendues sur une stratégie de développement qui protégerait l'environnement en adoptant l'agenda 21. Tous les Etats membres de l'ONU venaient de franchir une étape historique en vue de ne pas hypothéquer l'avenir de la planète. En 1997, l'assemblée générale de l'ONU a tenu une session extraordinaire sur la mise en œuvre de l'agenda 21. La conférence de Copenhague au Danemark en décembre 2009, a le mérite de renégocier l'accord de Kyoto qui a recommandé la réduction de moitié des gaz à effets de serre à l'horizon 2050. Mais cette recommandation semble vouée à l'échec et toutes les conférences qui ont suivi s'en sont à peine préoccupées.

Comme dans beaucoup de pays africains, les questions environnementales débattues sur le plan international ont influencé les décideurs et cadres béninois. Ainsi, à l'échelle nationale, le Bénin a mené plusieurs actions qui ont conduit à la création d'un ministère en

charge de l'environnement en 1991, l'élaboration d'un Plan d'Action Environnemental (PAE) en juin 1993, la création en février 1995 de l'Agence Béninoise pour l'Environnement (ABE), l'élaboration de l'agenda 21 national en 1997 et le vote de la loi-cadre n° 98-030 sur l'environnement en 1999.

Malgré l'arsenal juridico-institutionnel finalement élaboré et la volonté manifeste des industriels de se conformer aux règlements existants à travers les différentes politiques environnementales, les risques de pollution persistent sur les sites qui abritent les activités industrielles comme les usines de productions des huiles végétales au Bénin.

En dépit des multiples modes de gestion des déchets de la Société des Huileries du Bénin (SHB) et de Fludor engagés, certains polluants sont toujours rejetés dans la nature et affectent négativement l'environnement. Le rejet dans l'environnement, de certains déchets nuisibles à la santé humaine et aux écosystèmes de ces huileries contribue à la pollution des eaux et des sols. Cette pollution est parfois mal perçue, au point où elle fait l'objet de plaintes (annexe 6). Les plaintes du comité des riverains "Nord de la SHB" réf : 001/06/CRN/05 du 08 juin 2005, de la société en charge de la réhabilitation de la route Abomey-Bohicon (Carl Bro International) en date du 30 août 2004, du 08 novembre 2004, du 10 octobre 2005 et du procès-verbal de constat d'huissier en date des 09 et 11 avril 2004 sont autant de preuves témoignant des réactions contre les effets nocifs induits par le fonctionnement des huileries.
Cette pollution environnementale mise en évidence par les riverains, tient lieu d'un défi à relever par les industriels pour parvenir au développement durable exigé tout aussi bien par la communauté nationale qu'internationale. C'est dans cette perspective que nous essayons à travers cette thèse, de faire ressortir les facteurs polluants dont la responsabilité incombe aux huileries installées dans les communes de Bohicon et de Zogbodomey.

Remerciements

Avant tout, je tiens à présenter nos sincères remerciements à tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation du présent document.

Ma pensée va en premier lieu, à l'endroit de mon Directeur de thèse. Je veux respectueusement nommer Monsieur le Professeur Noukpo AGOSSOU, Directeur scientifique du Laboratoire d'Aménagement Régional & Développement (LARD) et Directeur de l'Institut Supérieur des Métiers de l'Audiovisuel (ISMA), pour avoir accepté de diriger cette thèse avec une attention soutenue et rigueur scientifique. Recevez, Professeur, mes sincères reconnaissances pour votre disponibilité d'écoute et d'encadrement au cours de tous mes essais de recherche. Au-delà des aspects académiques et scientifiques, il n'a jamais cessé de me soutenir de toutes les manières. Il s'est même investi financièrement dans les analyses de mes échantillons au laboratoire dans le seul souci de me voir finir ce travail. Cher Papa, soyez-en remercié infiniment !

Mes remerciements vont ensuite à l'endroit de mon co-Directeur de thèse, le Docteur Mouïnou A. IGUE, Chercheur-Enseignant à l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), Chef Division Inventaire et Evaluation des Ressources en Sol pour avoir accepté de co-diriger cette thèse. Il n'est jamais fatigué de m'écouter, de m'interpeller dans mes errances et de mettre à ma disposition tous les documents qu'il juge utiles à mon travail. Je vous remercie pour votre contribution technique et financière qui a permis l'aboutissement de cette thèse.

A Monsieur le Professeur Michel BOKO, Directeur du Laboratoire Pierre PAGNEY, Climat, Eau, Ecosystème et Développement et prix Nobel de la paix IPCC 2007, je vous dis sincèrement merci, pour toutes vos inlassables œuvres qui ont contribué au rayonnement de cette Ecole Doctorale.

J’exprime ma profonde gratitude à Madame le Docteur Odile DOSSOU GUEDEGBE ; Maître de Conférences des Universités du CAMES, Vice Doyen de la FLASH pour les mots d’encouragement et de soutien.

Je remercie également le Docteur Brice TENTE, Chef du DGAT pour les conseils et encouragements afin que je puisse finir ce travail.

Je présente mes vifs remerciements au Docteur Moussa S. GIBIGAYE, Chef Adjoint de DGAT, l’un de mes parrains scientifiques à l’UAC, qui au-delà du simplement encadrement, m’a toujours assisté à travers de précieux conseils tout au long de ma formation universitaire.

Je dis sincèrement merci au Docteur Toussaint VIGNINOU pour son assistance fraternelle. Il n’a jamais cessé de me rappeler mon obligation à vite achever cette thèse.

J’exprime mes gratitudes au Docteur Henri TOTIN, pour ses précieux apports scientifiques, conseils et sa disponibilité. Les orientations qu’il a données à ce travail, ont conduit à la réalisation de cette œuvre.

Je témoigne toute ma gratitude aux Docteurs Claude DJOGNINOU, Norbert AGOINON, Patient GUEDENON et Auguste HOUINSOU pour tous leurs conseils et appuis scientifiques.

Je dis merci au Docteur Naïm Deen SALAMI, Coordonnateur de ROCARE-Bénin, pour sa disponibilité à partager son expérience scientifique. Qu’à travers lui tout le personnel du ROCARE, reçoive mes compliments.

Que Camille AGBO, Directeur du Cabinet de Recherche et d’Etudes pour un Développement Durable, les Inspecteurs de la police environnementale Rosaire ATTOLOU et Armand LOGBO, Gautier AVOCANH de la DG Eau et Eliasse POGNON, responsable du laboratoire de la DHAB reçoivent toutes mes marques de gratitude pour leurs appuis techniques.

Je renouvelle mes profondes admirations à Madame Rékéatou DEGLA née CHOUBADE, pour avoir guidé mes premiers pas professionnels dans l'enseignement et pour ses exhortations au combat qui ont fait de moi ce que vous constatez aujourd'hui.

Que les censeurs Marie GUEZO DAGBA et Huguette OTENIA reçoivent mes remerciements pour leur disponibilité d'écoute, soutien matériel et conseils tout au long de mon engagement dans cette thèse. Chères mamans, je vous renouvelle ma sympathie et vous souhaite une paisible retraite.

Je n'oublie pas non plus le personnel de la SHB et de Fludor dont le DG Arnaud DEGLA, Célestin MESSENON, Augustin DEGBO et particulièrement Rodi TOGBOSSOU pour son amitié.

Je témoigne mes marques d'amitié à Julien HOUEDIKIN, Sabine KOUCHADE, Jean LAOUROU, Saturnin AGBOMAHENAN, Jean-Baptiste GNANHO, Parfaite KOTCHARE, Hospice DASSOU et à tous les amis du LARD pour leur assistance pendant les moments difficiles de la réalisation de ce travail.

J'exprime mes sincères remerciements à la famille COFFI et surtout mon épouse Signimon COFFI pour sa contribution tant financière que morale. Que ma fille Tonan Jadsine GUEDENON veuille s'inspirer de ce travail et s'élève au-delà de ce que je suis. Je dis un grand merci à tous les membres de la famille GUEDENON, notamment Bertin GUEDENON, Gisèle GUEDENON, Edouard GUEDENON, Alexis GUEDENON et Eugénie KINKPE GUEDENON, à mes amis qui m'ont toujours aidé, encouragé et soutenu durant toutes ces années de recherche. Qu'ils soient assurés de ma plus vive reconnaissance.

Je n'oublie pas tous ceux dont les noms ne sont pas, explicitement cités par mesure de confidentialité, compte tenu de leur rôle prépondérant dans mes investigations. Qu'ils acceptent mes sincères reconnaissances.

Résumé

L'importance du tissu industriel dans l'essor économique d'une nation n'est plus à démontrer. Ce développement industriel amorcé au lendemain des indépendances, surtout au cours de la période révolutionnaire au Bénin, a contribué à l'implantation de certaines industries au nombre desquelles les huileries de la SHB et de Fludor-Bénin. Le problème récurrent lié au développement industriel en général et l'installation des huileries en particulier, est celui de la protection de l'environnement.

*La présente thèse est une contribution à l'évaluation du degré de pollution de l'environnement lié au fonctionnement des huileries par l'analyse de différents paramètres de caractérisation des déchets industriels dans les villes de Bohicon et de Zogbodomey. La démarche méthodologique utilisée est axée sur la recherche documentaire, la collecte des données et leur traitement et des analyses au laboratoire. La taille de la population enquêtée est obtenue selon le protocole de Schwartz. La matrice de Léopold (1971), le modèle PEIR (*Pression, Etat, Impact, Réponse), *l'Analyse en Composantes Principales (ACP) et des comparaisons des valeurs évaluées par rapport à des normes existantes (eaux usées, bruit des machines et fertilité des sols) sont outre d'autres méthodes utilisées pour évaluer le niveau d'affections de l'environnement exposé aux déchets de la SHB et de Fludor.*

Il ressort des résultats, qu'en moyenne 34 010,76 tonnes de coques, 462,988 tonnes de cendres, 117,871 tonnes de gâteau de terre et 206,49 tonnes de déchets de graines de coton sont produits annuellement par la SHB entre 2002 et 2012. Quant à Fludor-Bénin, elle dégage en moyenne par an 13 340,05 tonnes de coques, 425,331 05 tonnes de cendres et 212,75 tonnes de gâteau de terre entre 2009 et 2013. En plus de ces déchets solides, les huileries rejettent environ 600 litres d'eaux usées par semaine, d'huiles usagées, d'acide gras, du savon, etc. qui sont nuisibles à l'environnement malgré les nombreuses mesures de gestion de ces déchets pratiquées par les industriels. Les riverains, las de cohabiter avec ces déchets industriels qui affectent leur milieu naturel et leur santé, développent des stratégies de valorisations. Ainsi, 39,37 % des enquêtés utilisent les coques comme de fertilisants dans l'agriculture et 33 % des ménages riverains en utilisent pour la fabrication du savon endogène (kɔtɔ ou kpankpan). Ces différentes pratiques, bien que contribuant à l'assainissement du milieu naturel affectent la santé des transformateurs.

Au-delà des simples audits environnementaux rarement réalisés pour se conformer aux recommandations de l'ABE, il faut que les industriels mènent un véritable management environnemental afin de parvenir au développement durable.

Mots clés : Gestion de déchets, usines, huiles végétales, Bohicon, Zogbodomey.

Abstract

The importance of industrial tissue in economic expansion of a nation is not to be demonstrated. This industrial development started on the following day of the independences, especially during the revolutionary period in Benin, contributed to the implantation of some industries like the oil factories of the "SHB" and "Fludor-Benin". The problematic bound to the functioning of these oil factories is the protection of the environment against the diversity and the strong quantity of garbage products and their ways of management.

The present thesis is a contribution to the assessment of the degree of pollution of the environment linked to functioning of the oil factories by the analysis of different parameters of characterization of the industrial wastes in Bohicon and Zogbodomey cities. The methodology step used is centered on the collection of the data, the treatment and the analyses in laboratory and the documentary research. The size of the investigated population is got according to the protocol of Schwartz. The Léopold's matrix (1971), the PEIR's model, the Main Analyses of Components (MAC) and of the comparisons of the assessed values in relation to existing norms (waste waters, the noise of the machines and the soil's fertility) are besides other methods used to value the level of the environment degradation due to the wastes, from " SHB " and " Fludor Bénin ".

There is an average of 34 010,76 tons of cockles, 462.988 tons of ashes, 117,871 tons of earth cake and 206,49 tons of waste of cotton seeds that are annually produced by the "SHB" among 2002 and 2012. As for "Fludor-Benin", there is an average per year of 13 340,05 tons of cockles, 425,331 05 tons of ashes and 212,75 tons of earth cake among 2009 and 2013. Added to these hard wastes, the oil factories discharge about 600 liters of waste water per week, of waste oils, of fatty acid, of soap, etc. which are harmful to the over side management of industries' wastes. Against these wastes that affect their environment and their health, inhabitants develop strategies of valorization. So 39,37 percent of investigated population, use the cockles as fertilisers in agriculture and 33 percent of the households inhabitants use some of them to make the manufacture of the endogenous soap ("kɔtɔ" or "kpankpan"). These different practices have socioeconomic and environmental consequences.

Beyond the simple environmental audits rarely achieved to conform to the recommendations of the ABE, industrial leaders have to really manage the environment achieve a sustainable development.

***Key words**: Management of waste, factories, vegetable oil, Bohicon, Zogbodomey.*

INTRODUCTION

Le monde a connu une croissance industrielle et économique sans précédent au début du XXe siècle (Lokossou Assi, 2003). Le revers nuisible de ces mutations industrielles sur l'environnement est devenu de plus en plus frappant. Il se manifeste par la pollution sous toutes ses formes contribuant ainsi à la dégradation de l'environnement. Cette pollution de l'environnement est engendrée, ces dernières décennies, par l'augmentation du volume des déchets produits et leur mauvaise gestion.

En effet, longtemps subordonnée aux besoins de l'activité économique et considérée comme un ensemble de ressources illimitées, la qualité de l'environnement apparaît aujourd'hui comme une préoccupation collective qui doit être intégrée aux activités productives. Les pressions réglementaires et sociétales pour le respect des écosystèmes imposent des contraintes auxquelles les entreprises ne peuvent se soustraire sans compromettre la légitimité de leurs activités (Boiral, 2005). Le débat sur l'interaction entre l'environnement et l'économie est plus complexe à mener car il intègre la gestion des déchets produits par des industriels, limite les charges des polluants dégradant la nature et la santé des populations, etc. Les manifestations de la dégradation de l'environnement sont liées aux différentes aux différentes activités anthropiques (Démon, 1991) dont les activités industrielles.

Au Bénin, comme dans la plupart des pays en voie de développement, des usines posent de graves problèmes environnementaux et de santé publique du fait du manque d'études d'impact et de l'inexistence de zone industrielle viabilisée. En conséquence, les complexes industriels émettent des polluants dangereux pour la santé publique réalisés en zone périphérique urbaine ou en plein centre urbain et leurs rejets dans l'air constituent une des pollutions les plus accablantes de l'atmosphère (Rebouh, 2011). Ainsi, tout

développement industriel, fait apparaître un conflit entre la population, l'environnement et l'économie.

A partir de 1990 au Bénin, pour limiter cette interaction, la prise de conscience de la fragilité du capital naturel et de la nécessité de construire des systèmes industriels plus propres, a débouché sur l'obligation de protéger l'environnement dans le processus de la production. Ainsi, l'intégration de l'environnement dans le processus du développement a-t-il imposé de nouveaux paradigmes et comportements aux industriels.

Les huileries de la SHB et de Fludor, installées respectivement à Bohicon et à Zogbodomey au Bénin, comme toutes les autres industries produisent d'importants déchets solides, liquides et gazeux. Elles doivent adopter des démarches respectueuses de l'environnement, tout en préservant les objectifs de compétitivité, de coûts, de qualité et de délais de mise sur le marché. Face à ces défis, il est urgent que ces huileries déterminent les effets des polluants ou des déchets qui dégradent l'environnement afin de proposer des modèles de développement basés sur la durabilité.

En dehors de l'introduction et de la conclusion, ce travail est organisé en quatre parties et subdivisé en neuf chapitres. La première partie présente dans le chapitre 1, la problématique et procède à la clarification de quelques concepts. Le chapitre 2 fait une synthèse bibliographique des études portant sur la gestion des déchets industriels et leurs impacts environnementaux. Dans la deuxième partie, le chapitre 3 a exposé les facteurs physiques et humains contribuant à la dégradation de l'environnement industriel de la SHB et de Fludor et le chapitre 4 est relatif à la démarche méthodologique adoptée au cours de cette étude. La troisième partie est relative à une partie des résultats de l'étude. Ainsi, le chapitre 5 aborde la technique de production d'huile végétale et les déchets générés. Le chapitre 6 quant à lui, présente les effets des déchets sur l'atmosphère et les eaux. Le chapitre 7 concerne les impacts des huileries sur les sols, les végétaux et la santé des populations. La quatrième partie

a rapport aux activités de réduction de la pollution des déchets et l'analyse. Il est évoqué dans le chapitre 8, les politiques développées par les industriels et les riverains pour atténuer la pollution des déchets industriels. Le chapitre 9 a rapport à la discussion des résultats obtenus et débouche sur l'étude des limites du travail.

PREMIERE PARTIE : CADRE THEORIQUE ET ETAT DES CONNAISSANCES

Cette partie est constituée de deux chapitres. Elle présente d'abord le cadre théorique et conceptuel. Elle fait ensuite le point des connaissances sur le thème de recherche choisi.

CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUEL

L'étude de la gestion des déchets industriels des huileries SHB et Fludor-Bénin dans les communes de Bohicon et de Zogbodomey a nécessité une approche théorique et conceptuelle. Ce chapitre expose les problèmes examiné par l'étude, les objectifs, les hypothèses formulées et la clarification de quelques concepts clés.

1-1 Problématique

1-1-1 Enoncé du problème

Les progrès scientifiques et technologiques ont entraîné un développement rapide du secteur industriel. La présence des industries constitue l'un des facteurs les plus importants du développement d'un pays, et devient un secteur dynamique qui évolue rapidement, augmentant ainsi la production industrielle (Saloufou-Alidou Mehouelley, 2003). Cette industrialisation, principale préoccupation des Etats africains au lendemain des indépendances, s'était traduite par la création d'entreprises industrielles et d'usines (Agossou, 2011). Cette volonté manifeste est à l'origine de la création au Bénin dans les années 1970 des sociétés d'Etat. Dans le cadre d'une telle politique, la Société Nationale des Huileries du Dahomey (SNAHDA), la Société Nationale pour le Développement Rural (SONADER), l'Industrie Dahoméenne des Textiles (IDATEX), etc. avaient vu le jour. Le tissu industriel béninois n'a jamais été aussi dense que pendant cette période et comptait plus d'une vingtaine d'unités de production de toutes sortes (Mécanisme Africain d'Evaluation par les Pairs, 2008).

Dans cette dynamique, les villes secondaires comme Bohicon et Zogbodomey ont bénéficié de quelques industries agroalimentaires. Au nombre des unités industrielles dans la ville de Bohicon, on peut retenir des industries d'égrenage de coton (Société Cotonnière du Bénin (SOCOBE), Société Nationale pour la Promotion Agricole (SONAPRA)), une maïserie, une huilerie (SHB) et des industries de bois (ONAB et FUSENG). Quant à la

commune de Zogbodomey, elle abrite l'huilerie Fludor. Ces usines sont installées pour la plupart, en pleine ville, ce qui prouve qu'aucune Etude d'Impact Environnemental (EIE) n'avait été effectuée avant leur installation. De plus, les mesures de protection de l'environnement font généralement défaut (Nansi, 2005). Leur implantation à proximité d'un ou plusieurs établissements sensibles (écoles, centres de santé, habitations, routes principales, services administratifs) présente d'énormes risques pour la sécurité et surtout pour la santé des populations (Saloufou-Alidou Mehouelley, *op. cit.)*. Ainsi en réponse aux attaques, les industriels revendiquent l'antériorité de l'implantation des usines, mettent en avant les contraintes qu'elles subissent du fait de la croissance urbaine et des politiques de protection de l'environnement (Blancher *et al.,* 1996). Mieux, les parcelles entourant les zones industrielles font l'objet des spéculations foncières de la part des supposés propriétaires.

En effet, les entreprises industrielles constituent une menace pour l'environnement, du fait qu'elles produisent des déchets solides et des effluents que l'on retrouve dans le milieu naturel. Ces impacts s'observent au niveau local, transfrontalier ou mondial et peuvent avoir des implications pour la santé (Suez environnement, 2006). Le fonctionnement des industries engendre une production importante de déchets dont la mauvaise gestion affecte négativement les composantes environnementales notamment le sol, l'air, l'eau, la végétation et même la santé humaine. Par ailleurs, les activités industrielles sont aussi à l'origine de l'introduction d'un grand nombre de substances chimiques dans l'environnement.

En dehors de leurs conséquences directes sur l'environnement, telles que le réchauffement du sol et de l'air, la destruction de la couche d'ozone et la perte de la diversité biologique, les déchets industriels affectent la santé des populations. Les effets associés aux émissions des déchets industriels vont de la gêne provoquée par les mauvaises odeurs et la poussière à aux troubles respiratoires comme l'asthme, la bronchite et l'emphysème. Si parmi les polluants figurent des substances chimiques dangereuses telles que des métaux lourds ou

certains composés organiques complexes, ils peuvent provoquer le cancer (OMS, 1988). Les études épidémiologiques concernant l'incidence du cancer bronchique en fonction de la proximité résidentielle des sources industrielles de pollution ont montré que, le risque de cancer du poumon était majoré de 8 % pour les personnes habitant à moins de 3 km d'un incinérateur de déchets, sans qu'un polluant ou un mécanisme d'action responsable de cette augmentation n'ait pu être précisément déterminé (Nérome *et al*., 2005).

L'implantation des huileries dans les communes de Bohicon et de Zogbodomey, n'a pas suffisamment tenu compte des effets pervers sur l'environnement, en termes de dégradation et de pollution. En effet, les industries sont en grande partie responsables de la pollution des eaux, de l'air et du sol (Ahossane, 2001 ; Ahinivi, 2005 & Togbé, 2011). Ce qui a pour corollaire des effets néfastes sur la santé des populations riveraines. Les déchets industriels produits sont rejetés dans l'atmosphère pour retomber après dans les écosystèmes ou ils sont tout simplement déversés dans l'eau ou enfouis dans le sol. Ce type de rejet dans l'environnement, de substances toxiques nuisibles à la santé humaine et aux écosystèmes est responsable des concentrations en agents microbiologiques pathogènes. Outre le paysage urbain immédiatement visible et la population, les espaces d'activités notamment industrielles modifient profondément le sous-sol, les ressources en eau, la composition de l'atmosphère (Villette, 2005). En bref, le problème de pollution que posent les établissements industriels et les impacts qui en découlent sont liés à la grande diversité des déchets solides, liquides et gazeux qu'ils génèrent en quantité considérable.

Les huileries sont de gros utilisateurs d'eau dans le but du refroidissement des machines, de l'alimentation des chaudières dans les diverses opérations de fabrication et du nettoyage des appareils et des ateliers. En moyenne, 1/10 seulement de l'eau utilisée est perdue en vapeur ou entre dans le produit fabriqué. Les 9/10 restants sont rejetés après usage entraînant la pollution du milieu récepteur (Haupt *et al*., 1996). Leurs caractéristiques

dépendent d'une multitude de paramètres liés au type d'industrie, de la production, du nettoyage, des différentes étapes du procédé industriel, de l'état des appareils (Mégnikpa, 2011). Avec ou sans traitement, les eaux usées sont déversées dans les rivières ou sur les sols (OMS, 1988). Leur composition varie selon le type d'industrie, certains sont très toxiques et contiennent diverses substances organiques de synthèse. Les rejets incontrôlés de déchets industriels, particulièrement ceux qui contiennent les composants toxiques, dans les égouts, la nature, les cours d'eau et les fleuves constituent un danger permanent pour la santé humaine. Ces effluents sont par ailleurs très chargés en matières en suspension (MES) provenant des rejets de divers débris (fibres essentiellement) dans les eaux usées. Ces MES diminuent la transparence de l'eau des rivières, accélèrent leur envasement et diminuent la capacité d'absorption d'eau des sols (Ahossane, *op. cit*). De plus, l'évacuation de ces eaux usées industrielles dans les cours d'eau réduit la concentration en oxygène dissous et augmente énormément les matières organiques et les particules en suspension dans l'eau ; ce qui provoque ainsi un déséquilibre des milieux aquatiques (Coffi, 2012). Ahinivi (2005) souligne que les effluents des huileries sont simplement déversés dans un trou perdu construit à ciel ouvert sans aucune norme technique de protection de l'environnement ou dans des rivières. Au niveau de la SHB, c'est une grande fosse, creusée tout juste derrière le mur de la clôture, qui recueille à plein temps ces eaux usées. La vue de la fosse et l'odeur qui se dégage laissent à désirer. En période de production continue et de pluie, ces eaux usées débordent et envahissent certains espaces et voies du quartier Sogba, les rendant inaccessibles (Togbé, 2011).

L'entreposage direct ou indirect dans la nature des déchets de ces huileries, causant beaucoup de nuisances fait l'objet d'énormes plaintes déposées à la direction départementale de l'environnement et de l'urbanisme, à la préfecture du Zou et des Collines et au tribunal de première instance d'Abomey.

Ainsi, comme toutes les industries, notamment agro-alimentaires, les huileries de Bohicon (SHB) et de Zogbodomey (Fludor-Bénin) posent de graves problèmes environnementaux et socio-économiques : la pollution des eaux, la qualité de l'air altéré par les fumées, les déchets solides et les effluents dans la nature et la dégradation de la santé des ouvriers et riverains.

Les villes de Bohicon et de Zogbodomey constituent des espaces exposés à de multiples pollutions des huileries, selon la proximité des quartiers urbains, la concentration des populations et les modes de gestion des déchets. La pratique courante d'élimination de ces déchets étant l'incinération, de grandes quantités de méthane (CH_4), monoxyde de carbone (CO), oxydes d'azote (NO_x), dioxyde de soufre (SO_2), etc. sont produites (MEHU, 2000).

Par ailleurs, la présence de métaux lourds dans les sols qui ont été irrigués avec les effluents des huileries de la SHB et de Fludor ou leur accumulation dans les plantes pouvant atteindre des niveaux préjudiciables pour la santé humaine, représente aussi un risque environnemental. Le risque est majeur là où le type de sol peut être une porte d'entrée des métaux dans la chaîne alimentaire, car les effets de la toxicité de ces métaux se manifestent généralement à long terme (Cirelli, 2006).

Voilà autant de problèmes qui justifient le présent travail de recherche ayant abouti à la rédaction de cette thèse dont le thème intitulé : « Gestion des d*échets des usines productrices d'huiles végétales dans les communes de Bohicon et de Zogbodomey* ».

La réalisation de cette étude a suscité une question centrale qui est la suivante : *Quels sont les déchets produits par les huileries de SHB et de Fludor qui affectent le milieu naturel et la santé des populations ?*

Cette principale question de recherche est démultipliée en trois préoccupations qui méritent d'être examinées.

- Quelles sont les quantités des déchets générés par les huileries de la SHB de Bohicon et de Fludor-Bénin de Zogbodomey au cours de leur fonctionnement ?

- Quels sont les impacts environnementaux et sanitaires engendrés par les déchets émis par les huileries de la SHB et de Fludor-Bénin?

- Quelles sont les stratégies développées par les industriels et riverains pour limiter les dégradations environnementales liées aux déchets de la SHB et de Fludor Bénin?

Pour répondre à ces interrogations, des hypothèses sont formulées.

1-1-2 Hypothèses

L'hypothèse principale de cette étude est : « *Les huileries de Bohicon et de Zogbodomey rejettent aux cours de leur fonctionnement d'impressionnants déchets qui dégradent l'environnement physique et humain* ».

Elle est déclinée en des sous-hypothèses qui sont :

- les usines de la SHB de Bohicon et de Fludor-Bénin de Zogbodomey produisent d'importantes quantités de déchets ;
- les différents déchets produits par les huileries de la SHB et de Fludor Bénin au cours de leur fonctionnement dégradent le milieu naturel et la santé des populations ;
- les responsables en charge de l'environnement de ces huileries et leurs riverains, outre le traitement des eaux usées, réutilisent certains déchets de la SHB et de Fludor Bénin afin d'atténuer leurs effets.

1-1-3 Objectifs de recherche

L'objectif global de cette étude est d'évaluer l'impact lié aux déchets produits par les huileries de la SHB de Bohicon et de Fludor-Bénin dans la commune de Zogbodomey.

De façon plus spécifique, cette étude vise à :

- ✓ déterminer les quantités des types de déchets produits dans les huileries (SHB et Fludor-Bénin) de Bohicon et de Zogbodomey ;
- ✓ évaluer les impacts environnementaux et sanitaires des déchets des huileries de la SHB et de Fludor ;
- ✓ analyser les différentes stratégies d'atténuation des effets des déchets de la SHB et de Fludor Bénin dans les communes de Bohicon et de Zogbodomey.

Afin de faciliter la compréhension de la présente thèse, il est nécessaire de clarifier certains concepts clés.

1-2 Clarification des concepts

La clarification de certains termes clés comme déchets industriels, industrie et usine productrice d'huile a permis de mieux situer cette étude dans son contexte conceptuel.

1-2-1 Déchets industriels

L'article 66 de la loi-cadre sur l'environnement en République du Bénin définit le déchet comme "tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon". Pour Maystre & Duflon (1994), le thème "déchet" peut être appréhendé sur les plans économique, juridique, environnemental et systémique. En effet, un déchet est considéré économiquement comme une matière ou un objet dont la valeur économique est nulle ou négative. Du coup, pour s'en débarrasser le détenteur devra payer quelqu'un ou faire lui-même le travail. Sur le plan juridique, on distingue une conception subjective et une conception objective de la définition "déchet". De manière subjective, un bien ne peut devenir déchet que si son propriétaire volontairement s'en est débarrassé. Selon la conception objective, le déchet est un bien dont la gestion doit-être contrôlée au profit de la protection de la santé publique et de l'environnement, indépendamment de la volonté du propriétaire et de la valeur économique du bien (Haupt *et al.*, 1996).

Le terme "déchets" englobe sur le plan environnemental, tous les déchets solides, liquides et gazeux. Pour Farinet et Niang (2004), les déchets sont classés suivant leur origine ou en fonction de la nature du danger qu'ils font courir à l'homme ou à son environnement. Pour ces auteurs, les déchets peuvent être catégorisés comme suit :

- déchets urbains, dont l'élimination est prise en charge par les communes ;
- déchets agricoles, et ;
- déchets industriels, produits par les entreprises industrielles.

Les déchets industriels correspondent à l'ensemble des déchets produits par les entreprises industrielles et artisanales, dont l'élimination incombe normalement à celles-ci (Haupt *et al.*, 1996). Ces déchets industriels pour Guendéhou (2000) peuvent être distingués par leur *nature :*

- *des déchets industriels* (matières organiques ; bois, papiers, textiles ; minéraux ; métaux ; hydrocarbures, huiles goudron, déchets chimiques, etc.) ;
- des *déchets inertes* (stériles de mines et carrières, gravats et déblais de démolition) ;
- des *Déchets Industriels Banaux* (DIB) qui se répartissent en plusieurs sortes (ferrailles-métaux, papiers-cartons, verre, plastiques-caoutchouc, sciure ; ils sont assimilables aux ordures) ;
- des *Déchets Industriels Spéciaux* (DIS) et *Toxiques* qui se répartissent en trois types : déchets organiques (hydrocarbures, solvants, goudrons, etc.) ; déchets minéraux liquides ou pâteux (bains de traitement de surface, acides de décapage, etc. ; déchets minéraux solides (cendres volantes d'incinération, sables de fonderie, etc.).

Les déchets regroupent des catégories très différentes du fait de leur variété, de leur origine et de leur quantité. Les déchets industriels sont souvent considérés comme dangereux ou toxiques, parfois à tort. Aussi, la notion de déchets industriels est-elle souvent confondue aux déchets toxiques et déchets nuisibles. Pour Haupt *et al*., (1996), tous les déchets ne sont

donc pas toxiques. Cependant, concentrée ou dégagée en grande quantité, une substance non toxique en elle-même devient souvent nuisible pour l'environnement. De même, les eaux usées fortement chargées en éléments nutritifs, par leur consommation d'oxygène au cours de la réduction de la masse biologique, provoquent l'asphyxie des organismes vivants à leur exutoire.

Les déchets industriels dans le cadre de cette étude, sont ceux générés par les usines productrices d'huiles végétales. Il s'agit notamment des huileries de la SHB et de Fludor installées respectivement dans les Communes de Bohicon et de Zogbodomey. Elles produisent des déchets solides (coques de coton transformées en cendres, terres décolorantes), des déchets liquides (eaux usées, acides gras), de la poussière et de la fumée.

1-2-2 Industrie/Usine

Du latin *officina*, le mot "usine" désigne un "atelier". Ce mot latin a été déformé en *ouchine*, mot qui dans le nord de la France au Moyen âge a d'abord désigné un atelier de brasseur, puis un moulin à eau, une forge, et enfin au XVIIIe un établissement où l'on met en œuvre la force hydraulique pour actionner des machines. Depuis le XIXe siècle, le vocable usine désigne des établissements industriels de grande dimension où travaillent de nombreux ouvriers (Lacoste, 2003). L'*usine*, dans cette étude, est considérée comme une *industrie*.

Pour Agossou (2011), l'*industrie* désigne une activité. Elle est l'ensemble des activités qui exploitent et / ou transforment les matières premières en produits semi-finis ou finis. Selon l'article 1499 du code général des impôts français, l'établissement industriel recouvre les usines et ateliers dans lesquels est mis en œuvre un processus de fabrication, de transformation ou de réparation.

L'industrie est l'activité essentielle de la vie économique d'une région ou d'un Etat qui regroupe l'ensemble des activités économiques qui ont pour objet de transformer des richesses naturelles en vue de produire des biens matériels. Elle se distingue dans ce sens de

l'artisanat qui concerne des structures de taille inférieure (Baud *et al.*, 1997). Elle est l'ensemble des activités économiques qui ont pour objet, la production d'énergie et la transformation des matières premières en produits fabriqués, qu'il s'agisse de machines, de produits semi-finis ou de biens de consommation (Lacoste, 2003). Il serait vain d'énumérer les diverses industries (sidérurgie, textile, etc.) ou branches industrielles, car elles sont extrêmement nombreuses. Leur classification peut se faire par secteurs (primaire, secondaire, tertiaire), par activités ou par produits finis, etc. On distingue les industries extractrices des matières premières, les industries agro-alimentaires, les industries sidérurgiques, les industries de fonderie, les industries du ciment, les industries chimiques, les industries du pétrole et de gaz naturel, les industries de cellulose, de papier et de recyclage de papier, les industries pharmaceutiques, les industries électromagnétiques et électriques, les industries mobilières, les industries nucléaires ou centrales thermiques.

Dans le cadre de ce travail, le terme industrie est relatif aux industries agroalimentaires notamment les huileries. Ce sont les usines productrices d'huile, en l'occurrence la Société des huileries du Bénin (SHB) et Fludor, installées respectivement dans la ville de Bohicon et à Cana dans la commune de Zogbodomey.

1-2-3 Production d'huile végétale

L'huile végétale est généralement produite après trituration de graines oléagineuses et raffinage des huiles brutes (Devillers, 2010). Une usine productrice d'huile est une entreprise spécialisée dans la production d'huile ou un bien local spécifique au stockage et à la distribution d'huiles et autres produits lubrifiants. Elle concerne aussi bien les huiles alimentaires à savoir l'huile d'arachide ou l'huile d'olive que les huiles industrielles comme l'huile à moteur. La production d'huile est l'activité de transformation d'une matière première en huile. La matière première pour l'obtention des huiles peut être divisée en 3 groupes : les mésocarpes de fruit (avocat, olive, palme, etc.); les fruits à coque et les noix (arachide,

balanite, coco, karité, palmiste, neem, etc.); les graines (coton, colza, sésame, tournesol, etc.) (Koné, 2001). La trituration industrielle est basée sur deux techniques majeures qui sont la pression mécanique et l'extraction à l'hexane : les graines dites « riches » en huile (ayant une teneur supérieure à 35 % d'huile) sont triturées par pression puis par extraction. Les graines classées « pauvres » en huile (ayant une teneur inférieure à 35 % d'huile, cas du soja par exemple) subissent généralement une extraction directe à l'hexane après préparation.

La production mondiale des huiles végétales est évaluée à 110 millions de tonnes (Boudrant, 2007). Le Burkina-Faso suivi du Nigeria, de l'Égypte et du Mali sont les premiers producteurs de l'Afrique. Ils fournissent environ 3.5 % de la production mondiale d'huile de coton (Kapseu, 2009). Ce chiffre ne comptabilise que les grandes huiles connues telles que : soja, palme, colza, tournesol, coton, arachide, coprah, olive, palmiste, lin, etc.

Au Bénin, la capacité totale de trituration est approximativement de 250 000 tonnes métriques par an, avec la possibilité de produire 40 000 tonnes d'huile de coton. Cette production d'huile végétale de coton est concentrée par trois sociétés de taille industrielle (Kelly *et al*., 2010). Elles sont l'Industrie Béninoise des Corps Gras (IBCG) de Cotonou qui ne fonctionne plus et les usines de la SHB et de Fludor-Bénin.

Environ 80 % de cette production sont destinés à l'alimentation ou à l'industrie agroalimentaire (Boudrant, 2007). L'huile de coton fait partie des produits alimentaires les plus consommés dans le monde, particulièrement dans les régions tropicales.

En Afrique, l'huile constitue une source principale de lipides pour la population. Elle est utilisée dans les recettes culinaires, pour la friture (beignets, croquettes) et dans la pâtisserie traditionnelle.

En ce qui concerne le Bénin, il a une longue tradition de production d'huile, notamment celle de palme. L'importance de l'huile de palme pour l'économie de notre pays avait conduit l'Etat colonial à la construction, entre 1951 et 1953, de quatre huileries pour la transformation

des régimes des palmeraies : l'huilerie d'Ahozon près de Ouidah dans le département de l'Atlantique (9 tonnes/heure) ; l'huilerie d'Avrankou (16 tonnes/heure) et l'huilerie de Gbada (6 tonnes/heure) dans l'Ouémé ; et l'huilerie de Bohicon dans le Zou (14.50 tonnes/heure actuellement). L'huilerie de Gbada a cessé de fonctionner en 1981. Ces unités de transformation ont été remplacées, entre 1971 et 1974, par trois huileries plus modernes : l'huilerie de Grand Agonvy (20 tonnes/heure) à Ikpinlè dans le département du Plateau ; l'huilerie de Houin-Agamé (15 tonnes/heure) ; et l'huilerie de Grand Hinvi (20 tonnes/heure) dans l'Atlantique (figure 1). Ces trois usines ont une capacité totale de transformation de 130 000 tonnes de régimes par an (CAPOD, 2010). L'usine de Fludor Bénin a une capacité de transformation de 12.5 tonnes de graines de coton par heure et peut également triturer d'autres matières premières comme les graines de soja, les noix de palmiste et le tournesol.

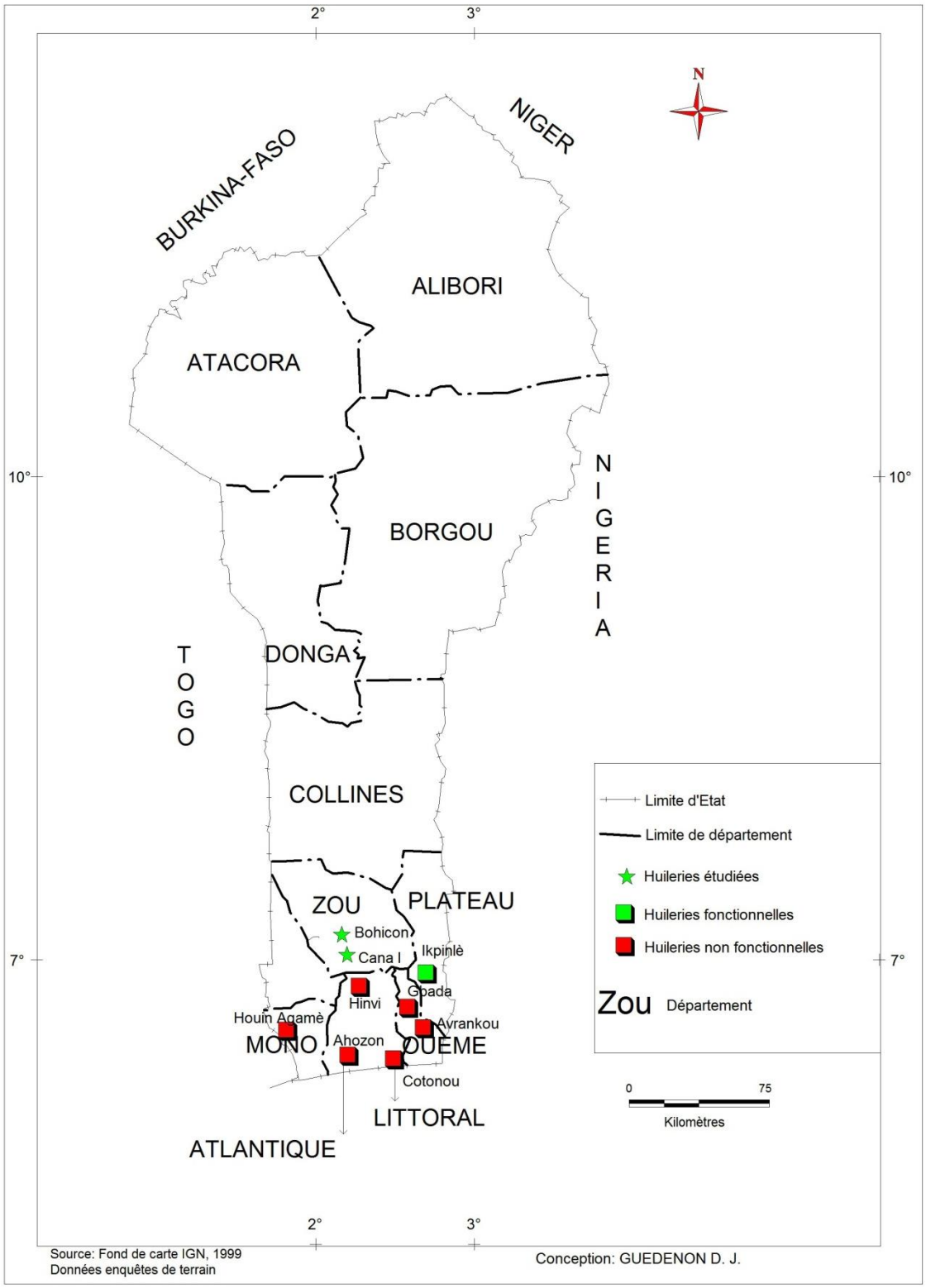


Figure 1 : Distribution spatiale des huileries au Bénin

La carte ci-dessus présente la répartition des huileries existant au Bénin. Parmi les huileries dénombrées, seules celles de Grand Agonvy située à Ikpinlè, de la SHB de Bohicon et de Fludor Bénin continuent de fonctionner. Les deux dernières qui font l'objet de cette étude, produisent de l'huile végétale principalement à base de graines de coton, de soja et des noix de karité. Toutes les autres utilisent les noix de palme comme matière première et produisent l'huile rouge.

La SHB est née de la privatisation de la Société Nationale pour l'Industrie des Corps Gras (SONICOG) en 1997 dont elle a repris la plupart des installations. Elle fabrique et commercialise principalement de l'huile végétale pure (*vitalor*) et des tourteaux fabriqués à base de graines de coton et de soja. Elle produit également du consommable pour des animaux connu sous le nom de vitanimal. La capacité de traitement de cette société est de 120 000 tonnes de graine par an (Kelly *et al.,* 2010). Quant à Fludor Bénin, elle a été créée en 1996 avec une capacité de trituration de 90 000 tonnes métriques de graines de coton par an. Elle a démarré la production commerciale de son huile communément appelée fludor et de ses tourteaux à base de graines de coton en mai 2000. Cette usine a une capacité évaluée à 300 tonnes par jour de graines de coton.

Dans le cadre de ce travail, les usines de trituration dont il s'agit, sont essentiellement la SHB et Fludor Bénin. Elles sont des industries de production d'huile alimentaire. Elles sont communément appelées des huileries. Elles produisent des huiles végétales à base de soja, de noix de karité et principalement de graines de coton.

1-2-4 Gestion des déchets

La gestion des déchets est un processus qui intègre à la fois la pré-collecte, la collecte et le traitement des déchets (article 11 du décret n° 2003-332 du 27 août 2003). La gestion traditionnelle des déchets industriels consistait à les récupérer puis à les stocker (Guédénon,

2011). Dans cette thèse, la gestion des déchets des huileries se résume à l'évacuation ou l'élimination des déchets des usines vers des sites aménagés pour la circonstance. L'évacuation des déchets de Fludor Bénin, à l'exception des eaux usées est assurée par des ONG. Quant aux déchets de la SHB, ils sont à la charge du comité de veille environnementale.

Cette gestion s'intéresse aussi à la récupération des déchets par les riverains pour une éventuelle valorisation à des fins socio-économiques. Cette forme de recyclage est désignée par la terminologie "gestion endogène" dans le cadre de ce travail.

1-2-5 Impact environnemental

L'impact sur l'Environnement est défini comme toute modification de l'environnement, négative ou bénéfique, totale ou partielle, résultant des activités, produits ou services d'un organisme (article 4 du décret n° 2015-382 du 09 juillet 2015). Pour Issa (2007), l'impact environnemental est tout changement net (positif ou négatif) dans la santé et le bien-être des humains, qui découle d'un effet environnemental, y compris la santé des écosystèmes dont dépend la survie humaine. Il peut être perçu comme un changement de l'environnement biophysique et (ou) social causé par ou associé directement à une activité ancienne, actuelle ou proposé. Ainsi, l'aspect biophysique concerne tous les organismes vivants et le milieu physique naturel qui les soutient (terrestre, aquatique et atmosphérique) et l'aspect social porte sur la santé, la sécurité et le bien être des humains. Ainsi, l'impact représente les effets sur le milieu résultant d'un niveau de pollution (de l'air, de l'eau ou du sol) dépassant le niveau admissible. Les effets directs ou indirects doivent être appréciés à court, moyen et long termes. Il peut s'agir également des effets positifs engendrés par les activités et projets menés par les hommes dans le temps.

Dans la présente étude, l'impact environnemental est considéré comme la dégradation du milieu naturel et sanitaire induite par la pollution industrielle de la SHB et de Fludor

Bénin. Il concerne aussi les avantages environnementaux liés à la valorisation des déchets industriels et l'utilisation abondante des déchets de ces huileries.

Conclusion partielle

Ce cadre théorique et conceptuel décrit, a exploré les principales questions qui ont suscité cette étude. Cette recherche n'a été possible qu'après une clarification de concepts dans le contexte spécifique. Ce point est renforcé par les informations collectées dans la bibliographie.

CHAPITRE II : ETAT DES CONNAISSANCES

Plusieurs études ont abordé la question relative à la gestion des déchets industriels et leurs effets sur l'environnement. Cependant, ils n'ont pas véritablement établi un lien entre la gestion des déchets et leurs impacts sur l'environnement à long terme.

2-1 Activités humaines, gestion des déchets et impact environnemental

De nombreuses recherches scientifiques ont été effectuées sur les impacts des activités des hommes, sur l'environnement et la santé humaine. Les facteurs de dégradation de l'environnement ont suscité beaucoup d'intérêts. Gendreau *et al*., (1996) ont montré la responsabilité des hommes dans l'anthropisation du milieu naturel. Dans leur ouvrage intitulé "Populations et environnement dans les pays du Sud", ils ont montré la relation très complexe entre l'homme, ses activités et son environnement, notamment dans les pays en développement. De cette trilogie, il est à noter que l'homme, pour satisfaire ses besoins, est obligé de porter atteinte à son milieu de vie en dégradant plusieurs de ses composantes. Ces problèmes environnementaux très récurrents et d'actualité sont largement détaillés par Nollet (1996). Il a su répertorier les impacts des activités humaines sur l'environnement. Il s'agit précisément de la désertification, de la déforestation, de la destruction de la biodiversité, des accidents industriels, des pollutions sous toutes leurs formes, etc.

De façon spécifique, beaucoup d'études ont porté sur l'impact des activités économiques notamment agricoles sur l'environnement. Démon (1991), Adjahossou (2008), Wokou (2009), Fatoumbi (2012), etc. ont présenté l'impact des activités agricoles sur l'environnement à travers les pratiques agricoles et les effets environnementaux induits par l'usage abusif d'intrants chimiques agricoles. Ainsi, cette thèse porte-t-elle essentiellement sur la gestion des déchets industriels, une activité du secteur secondaire.

Concernant les facteurs de dégradation de l'environnement, à Bohicon, Togbé (2011) signale qu'ils sont liés à la mauvaise gestion des ordures ménagères. Quant à Dékin (2007), il

a décrit la structure formelle de gestion des déchets solides à Bohicon notamment ceux produits par les différentes usines. En plus de cette description, dans la ville d'Abomey, Tobada (2007) a proposé des solutions d'amélioration du système de collecte des déchets solides. Pour Guédénon (2011), la collecte des déchets solides dans le doublet urbain Abomey-Bohicon se résume à une gestion traditionnelle. Même le système de collecte de déchets organisé par les deux municipalités est défaillant, car les structures de collecte, les déversent dans la nature. Cependant les populations des deux villes, tirent des avantages des déchets par leur recyclage et leur valorisation. Cette étude a essayé de montrer les différentes valorisations des déchets industriels dans les villes d'Abomey et de Bohicon. La plupart de ces études ont révélé que la gestion des déchets se résume en une gestion traditionnelle, même si elle est organisée par les directions des services techniques des municipalités (figure 2).

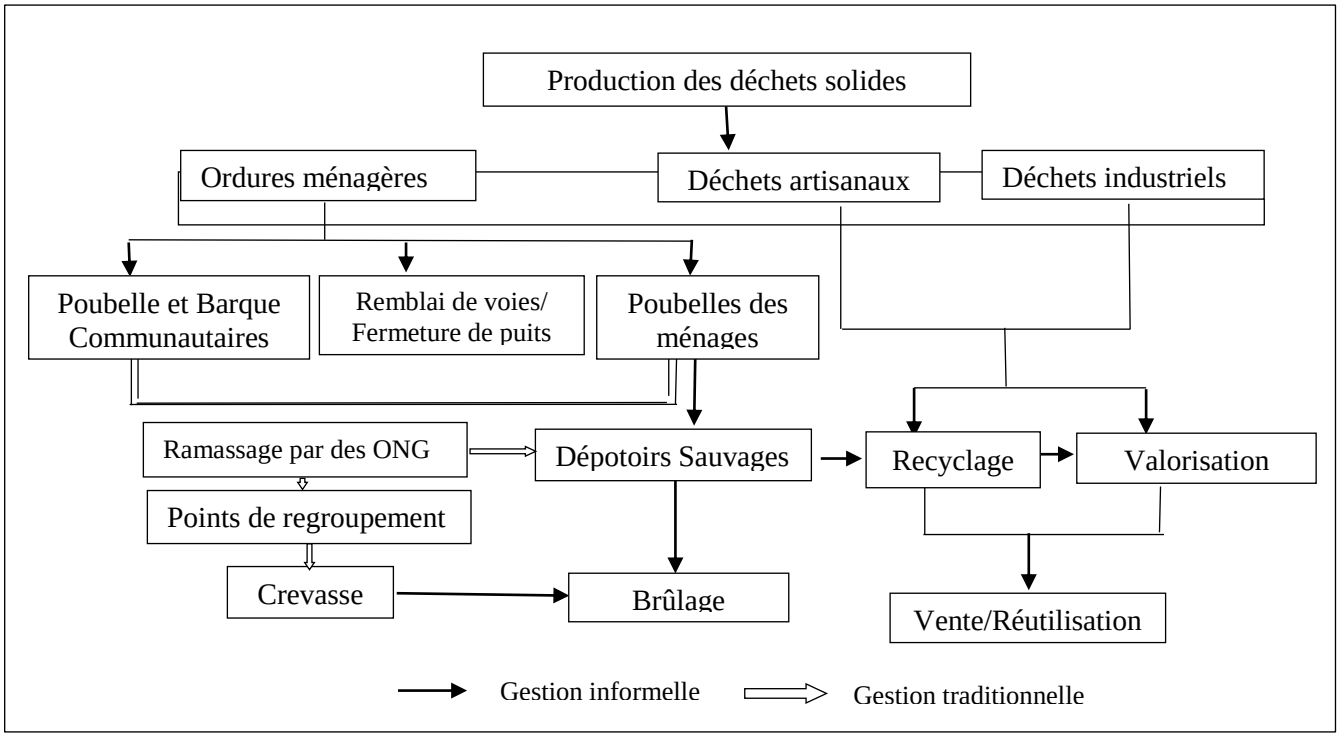


Figure 2 : Gestion des déchets solides

Sources : Coffi (2012) & Gibigaye, *et al.*, (2014)

Cette figure 2 présente la synthèse du circuit de collecte des déchets dans certaines communes du Bénin (Abomey, Bohicon, Cotonou, etc.). Il peut être déduit de cet organigramme, que les déchets collectés dans ces villes finissent toujours sur les dépotoirs sauvages où ils sont brûlés créant d'énormes nuisances à l'environnement.

Pour ces auteurs, la gestion globale des déchets surtout industriels se résume à une gestion informelle dans toutes les communes du Bénin. Les déchets sont pour la plupart jetés dans la nature où ils sont brûlés ou sont réutilisés après le recyclage et la valorisation. Ce mode de gestion des déchets a des effets néfastes sur l'atmosphère par l'émission du méthane et du dioxyde de carbone après leur brûlage, qui sont appelés des gaz à effet de serre. Makoutodé *et al*., (1999) ont démontré que le lixivirat des ordures se mélange aux eaux de ruissellement, s'infiltre dans le sol et provoque la pollution des eaux souterraines en influençant les paramètres physico-chimiques des eaux de consommation (figure 3).

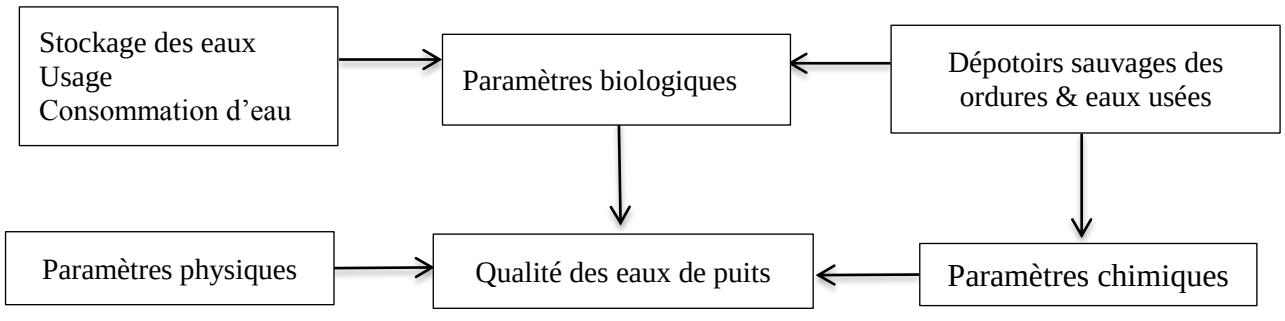


Figure 3 : Modèle de transmission et pollution d'eau de puits

Source : Makoutodé *et al.,* (1999)

Ce modèle indique les relations entre la qualité de l'eau des puits et d'autres déterminants comme les dépotoirs sauvages et les eaux usées qui influencent sa potabilité. Cette hypothèse est défendue par Yémadjè (2009) et Dovonou (2012). Pour ce dernier, les sources potentielles de pollution de la nappe aquifère superficielle de Godomey sont multiples et multiformes et sont pour la plupart anthropiques. Il s'agit surtout des nombreuses décharges

d'ordures, des activités agricoles et des activités industrielles produisant de grandes quantités d'eaux usées.

2-2 Impact environnemental des industries

Quelques études ont été effectuées sur les conséquences liées au fonctionnement des industries. Il s'agit de Djogninou (2008), qui, dans sa thèse de doctorat unique a montré les impacts socio-économiques des usines d'égrenage de coton de la SONAPRA dans la ville de Bohicon. Les résultats de cette étude témoignent de la pollution de l'environnement immédiat due aux usines d'égrenage implantées à Bohicon. Quant à Saloufou-Alidou Mehouelley (2003) et Nansi (2005), ils se sont prêtés au même exercice. Si le premier s'est intéressé à la gestion des déchets de Cimbénin, SOBEBRA et IBCG, le dernier a axé ses recherches sur la bio écologie de ces établissements industriels de Cotonou.

Partant de la typologie des déchets industriels, ces recherches ont mis en relief les conséquences environnementales de leurs modes de gestion et leurs effets sur la santé des ouvriers et celles des riverains. Il s'ensuit que la principale dégradation provoquée par le fonctionnement des industries est la pollution sous toutes ses formes avec ses effets sur la santé humaine. En plus, de l'état de dégradation évoqué par ces auteurs, leurs travaux ont présenté des mesures préventives de l'environnement professionnel industriel. Rebouh (2011) est parvenu aux mêmes résultats pour ce qui concerne la pollution engendrée par des cimenteries de Hamma Bouziane en Algérie. Il a montré dans ses travaux effectués dans cette agglomération algérienne, que les cimenteries troublent l'atmosphère par émission de poussières plus que toute autre usine. Pour l'auteur, ces pollutions ne sont pas uniquement une agression contre l'environnement, mais peuvent être une source de gênes pour les riverains tout en constituant des sources potentielles de conflits. D'autres auteurs se sont intéressés spécifiquement aux huileries béninoises. Il s'agit entre autres, de Adjobo (2011) et Glessougbé (2013) qui ont caractérisé et décrit respectivement le mode de gestion des déchets

solides de la SHB et de Fludor. Ahinivi (2005), quant à lui, a évalué l'impact des effluents liquides de ces huileries sur l'environnement. Ces mémoires n'ont pu faire une étude globale de l'impact des huileries sur l'environnement comme se le propose la présente étude.

2-3 La pollution industrielle, un impact négatif environnemental

Les nombreux ouvrages consultés sur la pollution industrielle ont montré que les déchets industriels comme ceux des huileries affectent l'air, les eaux, le sol, les végétaux et les hommes. On note ainsi les pollutions atmosphérique, des eaux, du sol, des végétaux et la dégradation de la santé humaine.

2-3-1 Pollution atmosphérique

Proposant une définition à la pollution atmosphérique, Arquès (1998) assimile à la présence d'impuretés dans l'air pouvant provoquer une gêne notable pour le confort ou la santé et un dommage aux biens. Pour cet auteur, la pollution peut provenir de gaz, de vapeur, de particules liquides ou solides, ou encore de rayonnements. Pour Mouvier (1998), l'air pur qui serait composé uniquement d'oxygène et d'azote, fait défaut. Il est toujours contaminé par d'autres gaz, sans oublier la présence possible de particules liquides, telles que les nuages et les brouillards, ou solides, telles que la poussière. Les polluants peuvent être des émissions directes dans l'atmosphère (par les cheminées d'usines, par les pots d'échappement d'automobiles, etc., ou résulter de la transformation chimique de constituants de l'air. Elle a des conséquences néfastes sur l'environnement naturel, les institutions humaines et la santé des populations (figure 4).

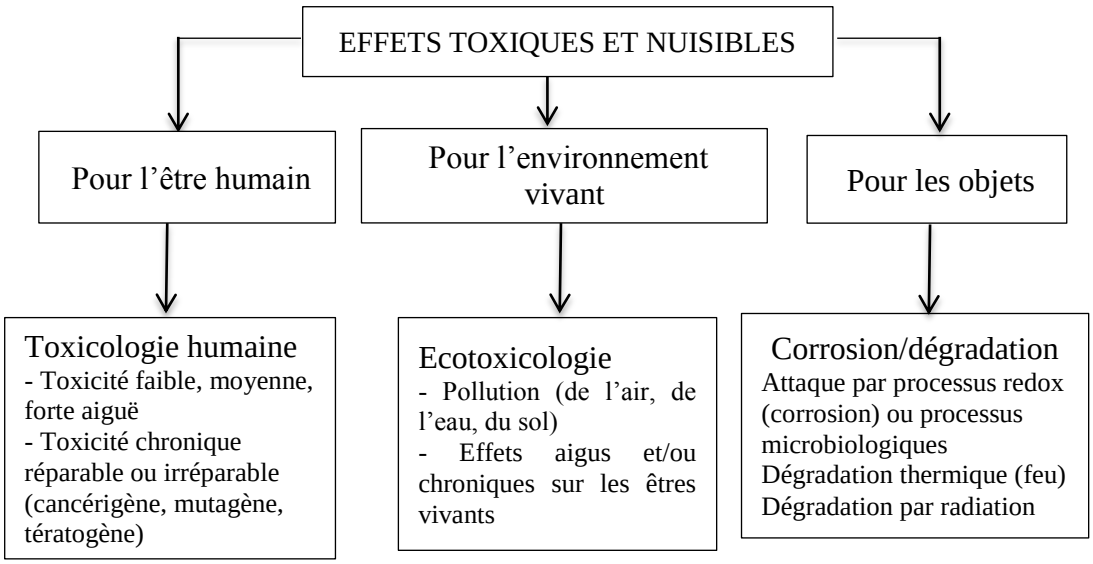


Figure 4 : Effets des déchets industriels sur l'environnement

Source: Haupt *et al.,* 1996

De cette figure 4, on déduit que la nuisance par les polluants issus des activités humaines notamment industrielles, a des effets sur les hommes (toxicologie humaine), sur les composantes environnementales (écotoxicologie) et sur les institutions humaines (corrosion ou dégradation). Quant à Forbes et Forbes (1997), ils définissent l'écotoxicologie comme une discipline qui étudie les effets provoqués par les substances naturelles ou les polluants d'origine synthétique sur les constituants des écosystèmes animal, humain, végétal et y compris des micro-organiques, dans un contexte intégré. Il peut être considéré comme l'étude des effets des polluants dispersés dans l'environnement et les êtres vivants qui en font partie.

Leurs effets dépendent de la dose notamment la quantité par unité industrielle et d'autres facteurs dont la nature des polluants (Haupt *et al.,* 1996). Sans tenir compte de la dose, Boko (2005) a estimé que dans les pays en voie de développement, pour la plupart des cas, les industries n'appliquent aucun traitement à leurs effluents, déchets solides et fumées qui sont tous toxiques. Partant des principales sources anthropiques (déchets solides et liquides) ménagères, hospitalières et industrielles, Guendéhou (2000) a évalué les quantités de gaz à

effet de serre émis à Cotonou, à partir des modèles théoriques mathématiques. Il a fait l'inventaire de tous les gaz à effet de serre à Cotonou. Les quantités des gaz à effet de serre à Cotonou en 2000 varient respectivement de 1,364 4 Gg à 1,674 Gg ; de 0,521 8 Gg à 0,667 pour le CH_4 ; de 0,023 7 à 0,027 2 Gg pour le N_2O ; de 0,011 6 Gg à 0,014 3 Gg pour le NO_X et 0,645 Gg à 0,792 Gg pour le CO_2. Ces gaz à effet de serre ne sont pas sans conséquences. Ainsi, Adjavon (1998), MEHU (2000), Nassi (2005) et Saloufou-Alidou Mehouelly (2003) ont montré que la pollution en général et celle de l'atmosphère en particulier a des effets néfastes sur l'environnement, la santé des populations et surtout sur l'économie. Arquès (1998) a prouvé que la pollution coûte 50 à 60 milliards Euros par an à la France. La moyenne du coût des conséquences des pollutions se situe entre 0,36 et 0,40 %. Sur le plan environnemental, les conséquences atmosphériques mondiales sont entre autres l'augmentation globale de la température, la dégradation de la couche d'ozone dans la stratosphère et les retombées de pluies acides.

Le risque sanitaire lié à l'exposition de la pollution atmosphérique est évaluable à partir de certains facteurs. Il s'agit de la durée de l'exposition du polluant, de la distance qui sépare le polluant de l'habitation, de la durée de diffusion du polluant, de la dose du polluant et de sa nature. Tenant compte de ces contraintes, pour un individu, le risque de cancer sur la durée de la vie, causé par un polluant est déterminé par : $Rij = Cij \times IURj$, (Laurian, 2008). Avec :

- Cij est la concentration du polluant (j) dans la zone (i) et ;
- IURj est le potentiel cancérigène du polluant**.**

On peut ainsi calculer des indices de risque de contamination des populations exposées à la pollution atmosphérique en fonction des zones où elles résident et estimer les inégalités sociales devant le risque des cancers causés par la pollution. A partir de ce modèle, il a été estimé en France à 30 000 décès par an. Par ailleurs, 7 à 20 % des cancers seraient liés à des

facteurs environnementaux, comme les pollutions de sources diffuses (transports, utilisation de pesticides) et localisées (incinérateurs, décharges, sites industriels) (Laurian, 2008).

2-3-2 Pollution des eaux

2-3-2-1 Caractéristiques des eaux usées industrielles

La pollution de l'eau est définie par tout apport résultant directement ou indirectement des activités humaines, des matières susceptibles d'altérer l'eau, dans sa condition ou sa composition (Coffi, 2012). Elle se manifeste par la modification chimique, physique ou biologique de la qualité de l'eau. Ce qui a un effet nocif et rend son utilisation dangereuse pour les êtres vivants qui la consomment. C'est aussi la contamination de l'eau par des corps étrangers tels que des micro-organismes, des produits chimiques, des déchets industriels, notamment ceux des huileries. Pour Leroy (1986), on distingue trois manifestations de la pollution des eaux. Il s'agit de la pollution physique due à la présence de matières en suspension traduite par un trouble ou une coloration, la pollution chimique qui a pour corollaire un changement de la saveur de l'eau et la pollution thermique qui accroît sa température. C'est pour cette raison que Ouzza et Akdim (2005) estiment que la qualité des eaux souterraines de la nappe phréatique du Tadla est affectée par d'autres sources de pollution qui ne sont pas d'origine agricole. Ces sources sont liées aux rejets industriels et urbains qui sont généralement effectués dans le milieu naturel sans aucun traitement préalable.

Selon Ahinivi (2005), les effluents des huileries ne sont pas totalement biodégradables à cause des substances phytotoxiques et anti microbiennes (phénols, acides gras) qu'elles contiennent. La densité de l'huile étant inférieure à celle de l'eau, elle surnage l'eau et forme au-dessus un masque. De même, lorsque le taux des matières organiques est élevé, ces effluents empêchent ces eaux de s'auto épurer. Très riches en éléments azotés (nitrates, nitrites, phosphores, etc.), les eaux usées des usines productrices d'huiles peuvent entraîner

l'eutrophisation des cours d'eau récepteurs. Elle se traduit par la prolifération des algues dans ces cours d'eau ce qui s'explique par l'inhibition de la photosynthèse dont l'une des conséquences est la disparition de certaines espèces animales qui ont besoin d'oxygène dissous dans les cours d'eau. Les caractéristiques physiques des eaux usées peuvent altérer le milieu récepteur dans lequel elles se déversent. Pour Leroy (1986), on classe souvent les industries en fonction du rapport DBO5/DCO des effluents. Plus il est faible, plus l'effluent est à dominance chimique. Un rapport supérieur à 0,35 permet, par contre, d'espérer un traitement biologique efficace, polyvalent et facile à exploiter. Mègnikpa (2011) s'appuie sur l'inverse de ce rapport pour évaluer la biodégradabilité d'une eau usée, c'est-à-dire la transformation de la matière organique en matière minérale, admissible par le milieu naturel. Selon lui, le rapport (DCO/DBO5) des effluents d'industries agroalimentaires est de l'ordre de 1,5 à 2 ; ce qui traduit une meilleure biodégradabilité. Lorsqu'il est supérieur à 3, il entraîne la présence d'un effluent industriel difficilement biodégradable. Il est à signaler que Boutayeb *et al*., (2012) confirment ces résultats en estimant cependant que l'intervalle du rapport pour préciser la nature des effluents est plus large. Pour ces auteurs, ce rapport DCO/DBO5 dépend de la nature et de l'origine des eaux usées qui peuvent être domestiques ou industrielles, ce qui nécessite des traitements différents. Le ratio DCO/DBO5 des eaux usées brutes est généralement compris entre 01,25 et 02,5. Pour eux, lorsque le ratio DCO/DBO5 est entre 03 et 07, les eaux usées peuvent être difficilement biodégradables.

2-3-2-2 Evaluation de la pollution des eaux usées industrielles

L'estimation du degré de pollution des eaux usées industrielles est souvent mesurée sur la base d'indicateurs multiples et qui sont d'ordre biologique, hydrochimique ou physique. L'identification de la qualité des eaux est faite sur la même base. Les principaux paramètres d'identification des formes de pollution des eaux sont la DBO 5 ou la demande biologique en oxygène, la DCO ou la demande chimique en oxygène, les MES ou le poids des matières en

suspension, la température, le pH, la pureté bactériologique et l'abondance de produits toxiques. L'intensité et la nature de la pollution varient selon les lieux. Et par conséquent, il en est de même pour les solutions adéquates **(**Ouzza et Akdim, 2005**).**

De même, pour Wokou (2009), le degré de pollution des cours d'eau peut être déterminé par l'indice biotique du cours d'eau (résultats obtenus après lecture dans la table). La démarche adoptée par ce dernier consiste en un recensement des espèces halieutiques dans la rivière Hlan, un cours d'eau qui reçoit l'effluent de Fludor. Les résultats obtenus (indice biotique) ont été comparés à la table de lecture (tableau I) et une esquisse de la tendance des cours et plans d'eau est définie.

Tableau I : Table de lecture de l'indice biotique

Groupes faunistiques classés par sensibilité décroissante aux pollutions	**Nombre total des unités systématiques présentes**				
	0 à 1	2 à 5	6 à 10	10 à 15	16 et +
A : Perles	6	7	8	9	10
B : Phryganes	5	6	7	8	9
C : Ancylidés, éphémères	4	5	6	7	8
D : Odonates, gammares, mollusques	3	4	5	6	7
E : Aselles, sangsues, sphéridés, hémiptères	2	3	4	5	
F : Vers Tubifex, Chironomes	1	2	3		
G : Eristales	0	1	1		

Sources : Tavernier adapté par Tchéoubi (2006) et Togbé (2011)

Légende

	Eau très polluée
	Eau à la limite de pollution relative
	Eau pure ou non polluée
	Limite de pollution

L'indice déterminé est un indicateur de pollution et il permet d'évaluer le niveau de pollution des cours et plans d'eau grâce à un inventaire et la richesse spécifique en espèces aquatiques. Il a également aidé à apprécier le niveau de richesse en espèces du cours d'eau.

La concentration des polluants dans l'eau souterraine est estimée par Ca = CsLi/(Li+qh) (Veerkamp & Berge, 1995).Avec :

- Cs = concentration en polluants dissous dans l'eau provenant de la source de pollution ;
- L = longueur de la zone source dans la direction d'écoulement des eaux souterraines ;
- i = infiltration à travers la zone source ;
- q = flux de Darcy dans l'aquifère et ;
- h = épaisseur de la « couche de mélange » dans l'aquifère).

Cette formule simplifiée suppose un mélange parfait entre le flux polluant émis par la source (les industries) et un flux d'eaux propres dans l'aquifère, la concentration en polluants dissous dans l'aquifère après « mélange parfait ». Ce type de formule simplifiée permet d'obtenir une estimation réaliste de l'impact d'une source de pollution sur les eaux souterraines.

2-3-2-3 Impact des eaux usées industrielles polluées sur l'environnement

L'impact des polluants sur le milieu souterrain dépend en outre de ses caractéristiques spécifiques à l'échelle locale ainsi que des variations spatiales de ces grandeurs.

En s'intéressant à la destination de ces eaux usées industrielles, Togbé (2011), Adjobo (2011) et Glessougbé (2013) ont montré que celles de la SHB et Fludor sont déversées dans la nature et les rivières environnantes qu'elles contaminent. Les polluants qu'elles comportent, migrent et s'infiltrent pour contaminer les eaux souterraines. De même, Hassoune *et al.*, (2006), Bawa *et al.*, (2006), Dégbey *et al,*. (2008), Gartet *et al.*, (2009), Hazourli *et al.*, (2007), Boutayeb *et al*., (2012), etc. sont parvenus à conclure que les eaux souterraines et celles des surfaces situées à proximité des industries peuvent être polluées par les effluents industriels par infiltration des contaminants.

Il faut souligner que la capacité des polluants contenus dans les eaux usées industrielles à pénétrer le sol et le sous-sol est étroitement est étroitement liée aux propriétés hydrogéologiques (porosité, perméabilité, milieu karstique, milieu fissuré), physico-chimiques

(minéralogie, teneur en eau, etc.), biologiques (microflore, aptitude à la dégradation) et de l'écoulement de l'eau usée dans le sol. Dans ce sens, Lemière *et al.*, (2001), estiment que le transport des polluants est influencé par les caractéristiques physico-chimiques et la taille des polluants. Pour ces auteurs, l'importance de la pollution des eaux est favorisée par l'étendue et l'intensité de la pollution. Elle est influencée par la pluviométrie, la sédimentologie, la pédologie et la perméabilité des sols, des formations superficielles et des substrats du milieu récepteur ; les débits et les régimes d'écoulement des eaux (Ouzza et Akdim, 2005) et le type de la nappe (Dovonou, 2012). Pour Totin (2010), la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines varie en fonction des événements climatiques et des modes de gestion des terres et surtout des points d'eau. Elles sont en majorité de type bicarbonaté calcique et magnésien (Ca-Mg-HCO3) et mixte (Na-Mg-Ca-HCO3) en saison pluvieuse et chloruré sodique (Na-Cl ou Na-HCO3-Cl) en saison sèche. La minéralisation des eaux est liée aux phénomènes de dilution, de précipitation, d'évaporation, d'échange d'ions de base ou d'échange inverse d'ions et même de décomposition des déchets organiques conditionnés par la dynamique du climat. De même, il a démontré que la composition bactériologique montre une forte concentration d'agents polluants dans les eaux souterraines. C'est le cas des coliformes totaux, *Escherichia* coli pendant la période sèche et streptocoques fécaux en période humide.

La présente étude s'est intéressée à l'effet des déchets des huileries sur la qualité des eaux se situant dans les voisinages des usines. En dehors des paramètres de pollution globale identifiés, il été procédé à l'évaluation de la teneur des matières grasses et acides gras volatils contenus dans les eaux usées de la SHB et de Fludor Bénin.

2-3-3 Pollution des sols

La pollution des sols et celle des eaux sont étroitement liées : un sol pollué peut, par lessivage, facilement faire passer une part des polluants dans la nappe phréatique ou dans les

eaux de surface. De même, une eau polluée peut, également par infiltration déposer les polluants qu'elle renferme dans le sol (Boko, 2005). Ahinivi (2005), pour sa part a affirmé que les effluents industriels altèrent la qualité des sols. Pour cet auteur, les substances toxiques dans les eaux se fixent dans le sol. Ainsi, le transfert des polluants contenus dans les effluents dégrade les sols et contribue à la pollution des eaux de surface et de la nappe phréatique (figure 5).

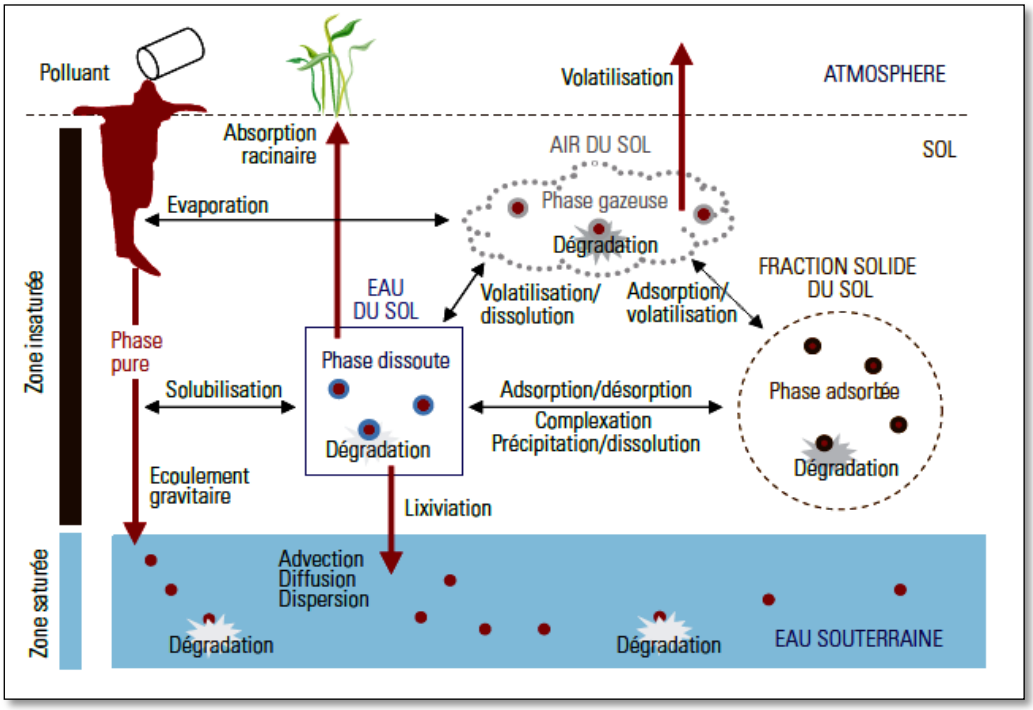


Figure 5: Représentation schématique du processus influençant le devenir des polluants dans les sols

Source: Maes et *al.*, 2006

Cette figure présente la trajectoire éventuelle d'un polluant industriel dans le sol. Elle résume toutes les phases de désintégration du polluant qui peut s'infiltrer dans les eaux souterraines ou être absorbé par les racines des végétaux.

Le processus déterminant le comportement des molécules (biologiques ou abiotiques) d'un polluant, dans les sols peut concerner leur transformation (métabolisme, photolyse, catalyse), leur rétention (absorption par les végétaux ou par la microflore du sol, adsorption,

désorption, précipitation, solubilisation, précipitation, etc.) et leur transport (ruissellement) (Barriuso *et al*., 1996). Dès leur arrivée au sol, les polluants industriels se désagrègent en trois états : solide, liquide et gazeux, selon des constantes d'équilibre d'adsorption, de désorption et de volatilisation. Ces constantes sont caractéristiques de chaque produit, mais elles sont modifiées en fonction des conditions pédoclimatiques. Ainsi, la concentration du polluant dans chacune des phases n'est pas figée dans le temps, mais évolue en fonction des conditions physico-chimiques (température, humidité, pH, etc.) et en fonction des transformations du polluant, et de l'évolution des interactions avec les constituants des sols. Pour Sou (2009), les impacts potentiels se situent à deux niveaux : une possible dégradation des sols et, dans certains cas, une contamination des eaux souterraines par lessivage de substances chimiques. La problématique est le plus souvent liée à l'irrigation avec des eaux usées industrielles dont les caractéristiques physico-chimiques sont dommageables pour l'environnement. De même, le comportement des métaux lourds dans les sols dépend fortement de la nature et de la proportion des différentes composantes de ces sols (Deschamps *et al*., 2006). Pour ces auteurs, les sols argileux peuvent retenir une importante quantité de métaux lourds par adsorption car les minéraux argileux possèdent de grandes surfaces spécifiques (jusqu'à 800 m^2/g) et de grandes capacités d'échange cationique. Sous sa forme cristalline, la silice possède une faible surface qui limite fortement son rôle dans les capacités de rétention des métaux du sol. Étant de bons adsorbants, les différents oxydes et hydroxydes métalliques présents dans les sols (fer, aluminium, manganèse, etc.) jouent un rôle important dans la rétention des ions métalliques. La quantité d'ions ainsi adsorbés dépend fortement du pH du milieu. Selon ce rapport réalisé par Stone et Myslik (2007), trois principaux facteurs expliquent les risques de contamination des eaux souterraines et des puits. Ces facteurs sont la texture du sol, la profondeur de la roche-mère, le niveau de la nappe phréatique.

Ainsi, la texture du sol est le facteur qui a le plus d'effet sur la facilité et la vitesse de déplacement de l'eau et des contaminants vers la nappe phréatique (figure 6).

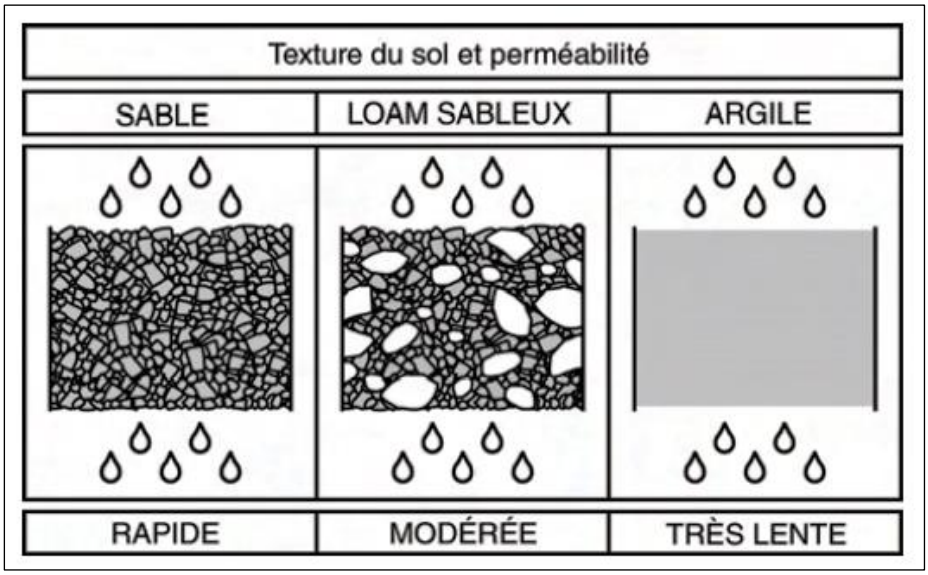


Figure 6 : Perméabilité en fonction de la texture du sol

Source: Stone & Myslik (2007)

La figure ci-dessus est une représentation des types de textures de sol (sable, limon et argile) qui existent. Le limon est moins perméable à l'eau que le sable. Quant à l'argile, elle laisse à peine l'eau s'infiltrer dans le sous-sol. On en déduit que les sols à texture fine constituent une protection naturelle des eaux souterraines et sont bien meilleurs que les sols à texture grossière.

De même, les fissures de la roche-mère permettent à l'eau et aux contaminants d'atteindre rapidement la nappe phréatique. De plus, lorsque le niveau de la nappe phréatique est à faible profondeur, l'eau et les contaminants traversent rapidement la couche de sol non saturée et l'épuration naturelle a peu de temps pour faire son effet.

En comparant cette synthèse bibliographique aux résultats révélés par cette recherche, il ressort que cette étude a une spécificité. En dehors de la texture du sol qui a été déterminée pour étudier la contribution des déchets à la fertilité des sols, il été évalué la teneur en

macroéléments des déchets. L'utilisation abondante des déchets de la SHB et de Fludor modifient les caractéristiques chimiques des sols.

2-4 Industrie et développement durable

La documentation parcourue a permis de constater les différents efforts fournis par les industriels pour une gestion saine de l'environnement. Quoique tardive, les études ont montré que la prise en compte de l'environnement dans la gestion des entreprises nécessite une évaluation de l'impact environnemental à travers des politiques environnementales pour un développement durable.

2-4-1 Politiques environnementales pour un développement durable

La prise de conscience de la fragilité du capital naturel et de la nécessité de construire des systèmes industriels plus propres, fait apparaître la dimension environnementale comme incontournable en production industrielle. Pour être plus précis, il s'agit de réduire lors de la conception et de la réalisation des produits, les impacts des industries sur l'environnement en adoptant une démarche où les entreprises industrielles respectent les normes de protection du capital naturel en atteignant des objectifs économiques (compétitivité, coûts, qualité, et délais de mise sur le marché).

2-4-1-1 Quelques outils d'évaluation environnementale

L'évaluation environnementale constitue un levier de progrès qui vise à reconnaître les efforts accomplis par les industriels pour identifier les bonnes pratiques et pour procéder à des améliorations dans leur entreprise (Iribane, 2006). Elle dispose d'un certain nombre d'outils d'évaluation environnementale parmi lesquels l'Analyse du Cycle de Vie (ACV), l'Etude d'Impact Environnemental (EIE), les audits environnementaux, etc. La pluralité des outils et méthodes développés pour procéder à une évaluation environnementale dépend de l'objet à évaluer. Ainsi, le caractère complet ou partiel de l'évaluation permet, selon le cas, de réaliser

une évaluation quantitative ou qualitative, en prenant en compte une ou plusieurs catégories d'impacts.

Pour Boubaker (2012), l'outil le plus utilisé pour l'évaluation de la dégradation environnementale est bien l'Etude d'Impact sur l'Environnement (EIE). Quant à la loi cadre n°98-030 du 12 février 1999 portant sur l'environnement en République du Bénin, elle impose depuis 1994 aux promoteurs des entreprises l'Etude d'Impact Environnemental (article 88) et l'audit environnemental (article 94) pour évaluer les nuisances environnementales des entreprises industrielles. Par cet outil, il est possible de répertorier et identifier les conséquences environnementales d'un aménagement, de l'installation ou du fonctionnement d'une usine. Il apparaît comme un outil de management environnemental ou d'aide de décision. Bien que ces règles d'exécution varient selon les pays, certains aspects sont toujours traités. Il s'agit du calcul des impacts sociaux, économiques et environnementaux et la prise en compte des volets non quantifiables (social, politique, psychologique, légal, etc.). L'EIE peut faire appel à d'autres outils d'évaluation environnementale comme l'ACV (Renou, 2006).

Ainsi, plusieurs outils permettent d'évaluer la teneur des polluants, des déchets industriels affectant l'environnement. Ils sont utilisés pour apprécier le degré de pollution de l'eau, de l'air, du sol et de la santé humaine. Mais, mieux que l'Etude d'impact environnemental, Boubaker (2012), estime que l'ACV permet de décrire et d'évaluer les impacts environnementaux du processus de fabrication dans son ensemble et d'identifier les étapes les plus polluantes des procédés mis en œuvre. Pour cet auteur, l'ACV considérée comme une méthode quantitative, qui permet d'effectuer un bilan des entrées et sorties tout le long du cycle de vie d'un produit (qu'il s'agisse d'un bien, d'un service voire d'un procédé). Cependant, le manque de lien dans une étude ACV entre impact potentiel et impact réel constitue une véritable faiblesse.

Renou (2006), Hamzi (2008) & Leroy (2009) ont présenté des modèles et méthodes d'adoption de politiques environnementales appliquées à des activités économiques (industries, agriculture, etc.) pour évaluer des impacts environnementaux. Selon eux, l'acquisition d'informations et de connaissances environnementales par les industriels leur permet d'adopter de meilleures stratégies pour éviter la dégradation du capital naturel. L'outil d'analyse d'étude d'impact environnemental présenté par ces auteurs, est l'Analyse de Cycle de vie. Pour Hamzi (2008), l'ACV est un outil qui permet d'évaluer les conséquences environnementales d'un produit ou d'une activité sur l'ensemble de son cycle de vie. Elle constitue une des méthodes les plus complètes et les plus performantes.

L'ACV est actuellement une méthode normée par le système de normalisation internationale ISO via la série des normes internationales ISO 14 040 (ISO 14 040, ISO 14 041, ISO 14 042, ISO 14 043, ISO 14 044). La norme ISO 14 040 définit l'ACV comme étant une méthode qui traite les aspects et les impacts environnementaux potentiels tout au long du cycle de vie d'un produit, de l'acquisition des matières premières à sa production, son utilisation, son traitement en fin de vie, son recyclage et sa mise au rebut (Fellah, Attarassi & Chafi, 2012).

L'intégration proactive de l'environnement dans la plupart des entreprises industrielles s'effectue par une réflexion sur la diminution des impacts environnementaux au niveau des sites de production par l'adoption du Système Management Environnemental qui vise à l'amélioration continue des performances environnementales, en intégrant les préoccupations liées au milieu de vie à tous les niveaux de l'entreprise (Gondran, 2001). L'évaluation de la performance environnementale fait donc appel à des méthodes spécifiques d'analyse et d'amélioration (Janin, 2000) : les méthodes d'analyse qui portent essentiellement sur les impacts environnementaux et les méthodes d'amélioration qui sont orientées vers la certification appuyée des standards internationaux (ISO, par exemple). Pour Boubakar (2012),

la maîtrise de ces efforts dans le processus d'évaluation environnementale, doit être planifiée et organisée en adoptant la démarche de certification environnementale par le référentiel ISO 14001. L'engagement dans une politique de management environnemental, permet de concrétiser une Intégration de l'Environnement en Production (IEP).

2-4-1-2 Développement industriel et les certifications

Le développement industriel étant une activité incontournable pour le développement socio-économique, son intégration dans une stratégie globale de protection de l'environnement s'impose. C'est pourquoi, Djogninou (2008) a montré les pratiques environnementales développées dans les usines d'égrenage de Bohicon. Il a exposé à travers une thèse les politiques environnementales menées dans les usines d'égrenage de coton au Bénin. Il a comparé le management environnemental de ces égrenages aux exigences de la norme ISO 14 001 bien que l'approche de la SONAPRA ne soit pas certifiée.

En effet, pour améliorer efficacement et durablement leurs performances, les entreprises concentrent leurs efforts sur la maîtrise de la qualité environnementale. Debourdeau (2007) a montré l'évolution, la normalisation, l'importance et le processus des séries de certifications ISO, notamment le management de la qualité dans le cas de la série des ISO 9 000 et le management de l'environnement dans le cas des séries 14 000. L'ACV apparaît aux concepteurs et aux gouvernements comme un outil d'aide à la décision pour l'application du développement durable. Régie par les normes de la série ISO 14 040, l'analyse du cycle de vie (ACV) comporte quatre phases (figure 7)

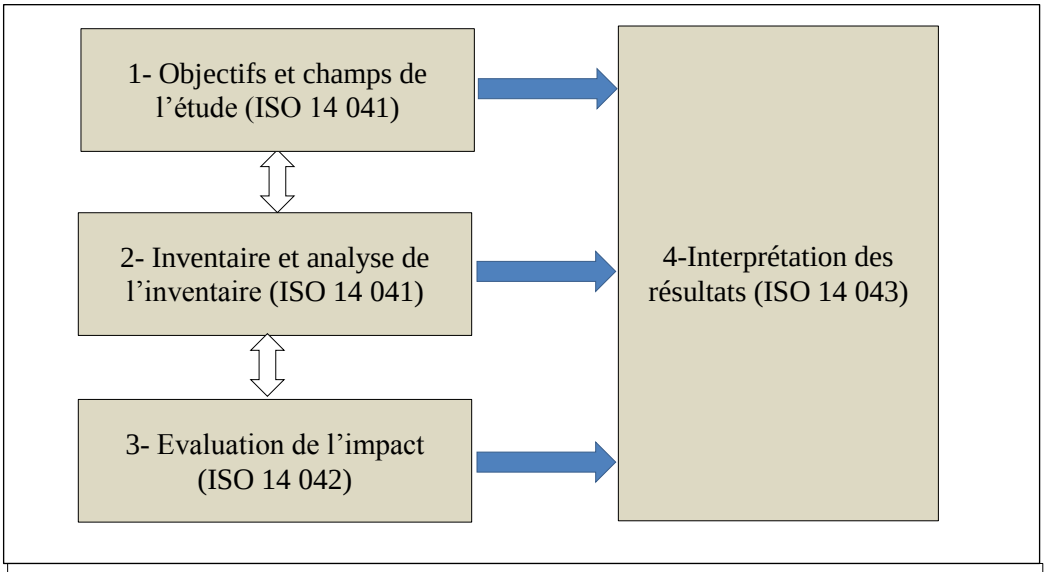


Figure 7 : Cadre méthodologique d'une ACV

Sources : Hamzi (2008), Leroy (2009) & Boubaker (2012)

Ce modèle représente les étapes d'une étude d'impact environnemental à partir de l'ACV, un outil recommandé par les normes ISO 14 040. La démarche méthodologique à adopter pour utiliser l'ACV est structurée en quatre phases. Il s'agit de la définition des objectifs et du champ de l'étude, de l'analyse des inventaires des produits entrants et sortants) dans une industrie, de l'évaluation des impacts potentiels sur l'environnement et l'interprétation des résultats.

Cependant, pour cet auteur, la réalisation de l'inventaire par l'ACV pose des difficultés, d'une part, techniques liées à la pertinence des données, d'autre part, relationnelles liées à la confidentialité de certaines données. En outre, les impacts calculés ne sont que des impacts potentiels; ils ne représentent pas forcément la réalité locale.

Si la cimenterie "Cimbénin SA" apparaît au Bénin comme la seule industrie certifiée ISO 14 001, version 2004, conformément aux exigences environnementales internationales, au Bénin, beaucoup d'entreprises nationales sont certifiées ISO 9 001, version 2008. Ce sont

entre autres, l'industrie d'embouteillage d'eau de Possotomé, la maison d'assurance (NSIA), de l'université privée Institut Supérieur de Management Adonaï et de Fludor Bénin qui ont opté pour le management de qualité. Si la norme ISO 14 001 (planche 1) atteste le respect des principes de la sauvegarde de l'environnement par l'entreprise certifiée, la seconde ne rassure pas en matière de contribution à un développement durable. Elle ne garantit que la qualité du produit, sa fabrication, son conditionnement et son marketing. Les inscriptions à ces normes se matérialisent par des certificats (planche 1).

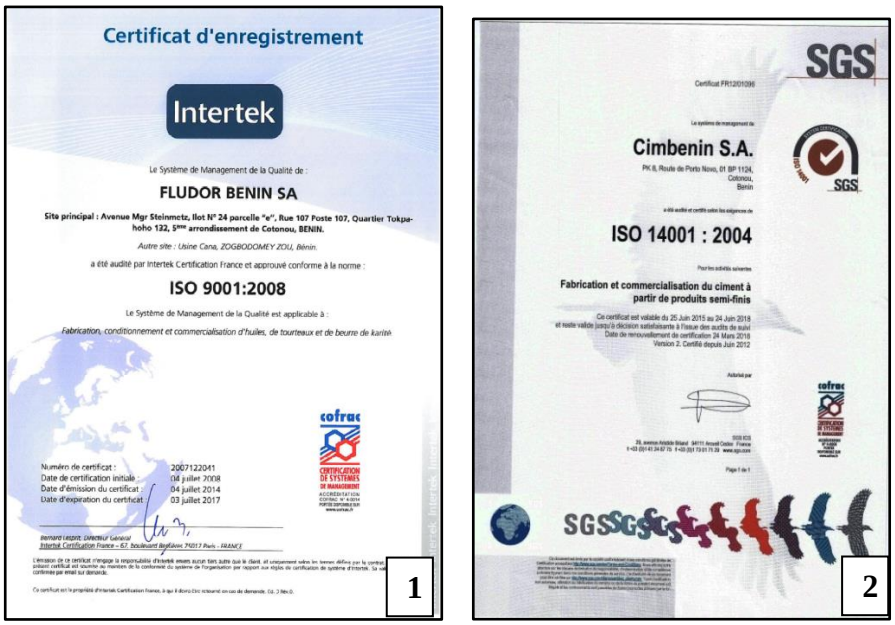


Planche 1 : Certificat qualité ISO 9 001 version 2008 de Fludor Bénin (1) ; Certificat environnemental ISO 14 001 de la cimenterie de Cimbénin (2)

Source : www. fludorbenin.com & Documentation Cimbénin

Cette planche présente des photos de deux certificats de normalisation délivrés respectivement à Fludor Bénin et la cimenterie Cimbénin, située à Sèkandji dans la commune de Sèmè-Kpodji. La première est le certificat obtenu par Fludor Bénin consacrant son management de la qualité de ces produits, ISO 9 001 : 2008. Il concerne la fabrication, le conditionnement, la commercialisation d'huile (fludor), de tourteaux et de beurre de karité. Il est émis depuis juillet 2008 et révisé en juillet 2014. Quant à la planche 1-2, elle représente le

certificat d'engagement environnemental de Cimbénin (ISO 14 001 : 2004) dans la fabrication et la commercialisation du ciment. Cette attestation est délivrée à la société depuis juin 2015.

Si cette certification a consacré l'huilerie de Fludor-Bénin comme la première société agroindustrielle du Bénin ayant obtenu la norme ISO 9 001-2000, elle l'oblige à fonctionner sur huit principes. Il s'agit de l'orientation du client, le leadership, l'implication du personnel, l'approche processus, le management par approche système, l'amélioration continue, l'approche factuelle pour la prise de décision et les relations mutuellement bénéfiques avec les fournisseurs (ISO 9 001, 2008). Contrairement à cette norme, celle 14 001 version 2004, garantit une certaine gestion des enjeux environnementaux (Riedinger & Thévenot, 2008) dans les unités industrielles.

2-4-1-3 Norme ISO 14 001 pour un développement durable

L'objectif principal de la norme ISO 14 001 est d'aider les industriels à connaître, puis à maîtriser les incidences environnementales de leurs activités, produits et/ou services, et à assurer l'amélioration continue de leurs performances. Pour Druez-Vérité & Niek (2008), l'ISO 14 001 repose sur trois engagements fondamentaux, lesquels sont retranscrits dans la politique environnementale : le respect de la réglementation environnementale, la prévention des pollutions et l'amélioration continue, notamment des performances environnementales.

L'ISO 14 001 peut être considérée comme un outil structurant le déploiement d'une démarche environnementale au sein d'une entreprise. Tout comme l'ISO 9 001, la norme ISO 14 001 est structurée autour de la « roue de Deming », une boucle d'amélioration continue. Ce principe comprend les quatre étapes suivantes : *Plan* (planification des objectifs), *Do* (mise en oeuvre), *Check* (vérification), *Act* (revue de direction conduisant éventuellement à une révision des objectifs et des actions). Dans cette optique, la certification garantit une certaine gestion des enjeux environnementaux plutôt qu'une qualité environnementale.

Les ambitions d'une telle politique environnementale, basée sur le Système Management Environnemental (ISO 14 001) permet aux industriels de parvenir à un

développement durable qui passe par une bonne gestion des déchets produits par eux ou une écologie industrielle. Une telle stratégie vise la minimisation des déchets industriels produits par les usines.

Cette politique apparaît comme la concrétisation d'idéal d'un environnement sain, une exigence de la constitution béninoise du 11 décembre 1990 visant la protection de l'environnement à travers ses articles 27, 28, 29, 74 et 98. Les dispositions prescrites pour parvenir à un tel environnement sain, sont consacrées par la loi n° 98 - 030 portant loi cadre sur l'environnement en République du Bénin dans ses articles 3, 75, 88, etc.

2-4-2 Réutilisation des déchets industriels pour une écologie industrielle

L'écologie industrielle est perçue comme l'ensemble des pratiques destinées à réduire la pollution industrielle. L'écologie industrielle peut être présentée comme une pratique du management environnemental. Elle répond aux besoins des entreprises, qui sous la pression des lois, des règlements, des normes et de la concurrence, cherchent à intégrer l'environnement à leurs stratégies (Diemer et Labrune, 2007). Ces deux auteurs considèrent l'écologie industrielle comme un vecteur de développement durable.

En effet, pendant longtemps, l'écologie représentait une sous discipline mineure de l'économie jusqu'à la conférence des Nations Unies de 1972 à Stockholm (Boiral et Kabongo, 2004). Ce n'est qu'après le rapport de Brundtland en 1987, que le développement industriel sera lié à l'environnement. Dès lors, l'écologie industrielle ne sera reconnue et institutionnalisée qu'à la suite du colloque de Washington en mai 1991. Elle donne une vision globale et systémique des interactions entre la société industrielle et la biosphère. Elle s'appuie principalement sur le métabolisme industriel (analyse des flux de matières, bilans matière-énergie, matrice input-output, évaluation du cycle de vie) et les lois énergétiques du monde physique. Dans cette perceptive, Opoku et Keitsch (2006), définissent l'écologie industrielle comme l'étude objective et multidisciplinaire des systèmes industriels et

économiques et de leurs relations avec les écosystèmes essentiels. Elle comprend, entre autres, la recherche sur l'approvisionnement et l'utilisation énergétique, les matériaux nouveaux, les nouvelles technologies et les systèmes technologiques, les sciences fondamentales, l'économie, le droit, la gestion et les sciences sociales.

L'écologie industrielle se traduit donc par une recherche d'optimisation de l'usage des ressources qui vise, d'une part, la réduction de la quantité de déchets dans les systèmes de production et de consommation et, d'autre part, leur utilisation comme matières premières dans différents procédés industriels. Les pratiques de récupération et de valorisation des matières résiduelles des entreprises visitées ne semblent pas relever d'une application monolithique et uniforme des principes d'écologie industrielle (Boiral et Kabongo, 2004). Ainsi, pour ces derniers, les concepts "zéro déchet" et "dématérialisation de l'économie" apparaissent comme des idéaux qui risquent, s'ils sont appliqués à la lettre, de déboucher sur une quête d'absolu plutôt que sur des solutions réalistes aux problèmes de gestion des déchets industriels. L'idéal des politiques environnementales appliquées dans les entreprises industrielles semble être la minimisation des déchets produits. Ce principe contribue à la réduction des déchets industriels (figure 8).

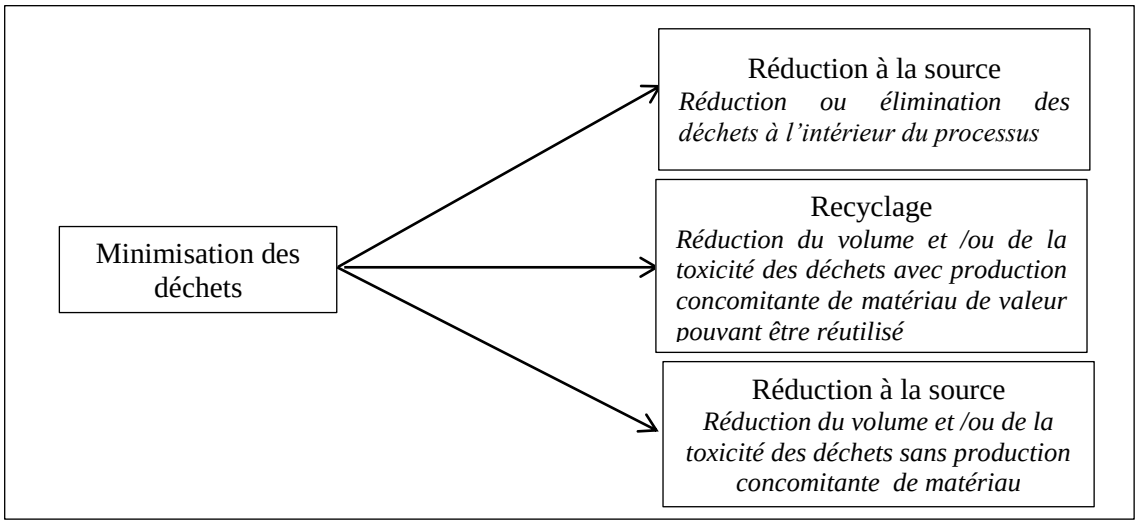


Figure 8 : Principe de minimisation des déchets

Sources : Haupt *et al*., (1996) & Boko (2005)

Cette figure est un modèle indiquant un enjeu de l'écologie industrielle. Elle présente les avantages d'une forme de gestion adoptée par des industriels contribuant à la minimisation des déchets produits. Selon Boko (2005), la mise en œuvre d'une telle stratégie de minimisation des déchets requiert plusieurs éléments importants. Il s'agit :

- d'une prise de conscience générale et d'un engagement des décideurs publics et privés ;
- de la mise en place de mesures incitatives ;
- du développement d'une règlementation et des moyens légaux et techniques et ;
- d'une formation adaptée et évolutive.

La minimisation est une approche novatrice qui cherche à diminuer les pertes de matières dans les processus de consommation et de production et à minimiser les impacts négatifs sur la santé et l'environnement. Elle est une véritable composante opérationnelle du développement durable qui vise à rendre l'industrie compatible avec l'environnement en imitant les écosystèmes naturels. C'est une vision globale, intégrée, de toutes les composantes du système industriel et de leurs relations avec la biosphère en vue de résoudre le problème. Cette minimisation passe par l'installation des équipements pouvant limiter l'émission des déchets, le recyclage et la valorisation de ceux produits (Haupt *et al*., 1996).

Partant d'une telle importance, l'écologie industrielle paraît comme une politique environnementale contribuant à la réduction de la pollution industrielle. Dans ce cadre, Guédénon et *al.*, (2012) et Adjobo (2011) ont présenté les différents produits finis fabriqués à partir des déchets des huileries de la SHB et de Fludor-Bénin. Les déchets de ces huileries (huiles abandonnées dans les eaux usées, acides gras, cendres et déchets graines de coton) servent à la fabrication de savons indigènes très prisés (savon noir, *kɔtɔ* et *kpankan*). Quant aux coques, elles sont utilisées depuis 2007comme combustibles des chaudières sur place par la SCB Lafarge, une cimenterie située à Onigbolo dans la commune de Pobè. Quant aux eaux

usées, Sou (2011) a prouvé qu'elles sont utilisées dans le maraîchage. Elles contiennent une forte teneur en macroéléments (N, P et K) et sont à cet effet de grands fertilisants pour les sols. Si tous ces auteurs montrent que l'écologie industrielle contribue à la sauvegarde de l'environnement, d'autres par contre ont porté de réserves sur son importance. Dans cette perspective, Boiral & Kabongo (2004) estiment que « le véritable enjeu n'est pas environnemental mais bien économique ». En plus de ces réserves, il est à noter que les populations qui exploitent les déchets industriels ne prennent aucune précaution pour éviter d'être contaminées par les polluants chimiques.

2-4-3 Quelques théories engendrant la contribution des industriels au développement durable

Le concept de développement durable permet de concilier l'économie et l'environnement (Benabdeli & Harrache, 2008).

Au Bénin, la prise en charge de la gestion de l'environnement est imposée par la loi cadre sur l'environnement. Des sanctions coercitives sont prévues pour discipliner les acteurs contribuant à la dégradation de l'environnement. La charte nationale sur la gouvernance environnementale au Bénin, selon l'article 7, au nom du principe de pollueur-payeur stipule que, *tout acte préjudiciable à la protection de l'environnement engage la responsabilité directe ou indirecte de son auteur qui en assure la réparation*. Pour obliger les individus à payer pour les atteintes portées à l'environnement en y rejetant des polluants, la loi cadre de l'environnement prévoit des sanctions à travers les articles 112 à 123, et des montants imposables aux pollueurs. De ce fait, Debourdeau (2007) estime que l'ouverture des valeurs environnementales aux impositions financières ou coûts d'investissement est diversement appréciée. Les approches des rapports entre économie et environnement sont évidemment plurielles, émaillées de petites différences propres à ce qui s'est constitué progressivement comme une discipline quasi à part entière, l'économie de l'environnement. Des théories sont

développées autour de ces politiques environnementales incitant à une contribution financière et attachés à des réactions plus ou moins « proactives » de l'entreprise face aux pressions sociétales (Boiral, 2004).

Pour Boiral (2004), "l'hypothèse de Porter" est une théorie qui estime que les politiques de prise en compte de l'environnement tout en y investissant est un facteur de développement alors que le modèle économique classique considère la pollution comme une externalité négative dont la prise en compte entraîne des coûts pouvant hypothéquer la productivité des entreprises. Boiral oppose ainsi le modèle classique, qui considère la prise en compte de la biosphère comme une contrainte générant des coûts additionnels, à celui reposant sur « l'hypothèse de Porter », selon laquelle les approches « *gagnant-gagnant* » sont possibles, l'intégration des préoccupations environnementales dans la stratégie s'avérant une source de compétitivité accrue (Payre, 2008).

L'hypothèse de Porter, dite de théorie *gagnant-gagnant*, a été l'un des premiers à remettre en cause le postulat traditionnel du lien négatif entre actions environnementales et compétitivité des entreprises. Par cette hypothèse défendue par Michael Porter, la théorie *gagnant-gagnant*, les pressions environnementales et les investissements verts contribuent à améliorer la compétitivité des entreprises ainsi que celle des nations où la réglementation est la plus sévère.

En effet, la réduction de la pollution tend à stimuler l'innovation, à réduire les quantités de matières et d'énergies utilisées, et donc à accroître la productivité, laquelle se définit comme le « rapport du produit aux facteurs de production (quantité d'énergie, temps de travail, etc.) ». Cette logique vertueuse, qui entend minimiser les ressources utilisées et les contaminants rejetés pour améliorer l'efficacité des procédés est au centre de la quête d'éco-efficience qui connaît un intérêt croissant. Cependant, l'acquisition d'équipements environnementaux implique en effet généralement des investissements très lourds et dont la

rentabilité est faible. Selon Porter, le développement de la réglementation environnementale appelle au contraire des dépenses et des transformations susceptibles d'alourdir les coûts. Cependant, la réponse à ces contraintes entraîne également des efforts d'innovation afin d'améliorer les procédés, d'utiliser de façon plus efficiente des intrants et de trouver de nouveaux débouchés pour les sous-produits de la production. Il estime que les bénéfices résultant des mesures de protection de l'environnement excèdent en définitive le plus souvent leurs coûts. De ce fait, le renforcement des contraintes réglementaires dans certains pays, loin de freiner la compétitivité des entreprises par rapport à des concurrents qui ne sont pas soumis aux mêmes normes, la stimule et tend à améliorer la position concurrentielle des firmes les moins polluantes sur les marchés internationaux.

Si beaucoup d'études telles que Boiral & Kabongo (2004) ; Boiral (2005) ont confirmé ce modèle, certains auteurs l'infirment. Le modèle économique classique dit *gagnant-perdant*, considère la pollution comme une externalité négative dont la prise en compte entraîne des coûts pouvant hypothéquer la productivité des entreprises. Les questions écologiques apparaissent donc ici comme des contraintes auxquelles les entreprises doivent répondre par des investissements dont la rentabilité est souvent faible ou encore par une réduction de la production. Selon cette approche classique des relations entre les enjeux économiques et environnementaux, les pressions écologiques apparaissent comme des contraintes et des coûts susceptibles de menacer la pérennité des organisations. Les écarts entre les attentes de la société et la perception du comportement des entreprises, souvent associées à des « pollueurs », représentent donc des menaces pour la légitimité et pour la survie des industries.

Selon l'approche économique classique, les nuisances environnementales causées par l'activité industrielle se traduisent par des coûts qui ne sont pas supportés par l'entreprise ni intégrés dans le prix de ses produits : problèmes de santé, accélération de la corrosion, pertes

de récoltes, détérioration d'un site récréatif ou touristique, épuisement des ressources naturelles, etc. Ces coûts sont donc externalisés, c'est-à-dire reportés à la charge de la collectivité. Les pressions environnementales et les normes réglementaires vont conduire les entreprises à internaliser ces coûts par des actions visant à réduire les impacts sur le milieu naturel.

La relation directe entre la diminution de la pollution et l'augmentation des coûts absorbés par l'entreprise conduit à calculer un « niveau optimal de pollution », défini comme le niveau à partir duquel les coûts marginaux pour réduire l'impact sur l'environnement deviennent supérieurs à la réduction des coûts associés aux dommages causés au milieu naturel. Le modèle considère donc implicitement que les actions de dépollution entraînent invariablement des charges supplémentaires pour l'entreprise. En contrepartie, les externalités négatives (dommages pour l'environnement, risques pour la santé, détérioration des biens) tendent à diminuer lorsque les dépenses pour la dépollution augmentent. Il existe donc un niveau de rejet dit « optimal » permettant d'équilibrer les coûts supportés par l'entreprise et les dommages subis par la collectivité. Outre les études d'impacts traditionnelles, ces dommages peuvent être évalués, selon certains auteurs, à partir du prix que les citoyens sont prêts à payer pour la protection de l'environnement. Cette hypothèse économique de type *gagnant-perdant* a des implications environnementales, économique et politique qui transcendent largement les frontières de l'organisation et de sa stratégie. Ce qui a justifié le refus de l'administration Bush américaine, de signer les accords de Kyoto.

Conclusion partielle

La revue de littérature récapitule les études faites à propos des activités humaines comme les industries en générale et particulièrement les huileries. Cette synthèse bibliographique a aussi concerné l'effet des déchets issus de ces activités, les différents types

de pollutions et les différentes politiques environnementales pouvant contribuer au développement durable.

Cette recherche a la particularité de faire l'étude de la pollution des huileries de la SHB et de Fludor dans une approche globale en ressortant toutes les composantes de l'environnement affectées par ces usines. Elle envisage de déterminer les polluants spécifiques aux différents déchets de la SHB et de Fludor Bénin et leur teneur en différents macroéléments qu'ils contiennent. Contrairement à toutes les recherches menées sur ces usines productrices d'huiles, le présent travail a estimé et évalué tous les principaux déchets tels que les coques, les cendres, les eaux usées, les acides gras, etc. générés par les huileries. Les analyses réalisées aux laboratoires pour identifier le degré de pollutions des déchets industriels a permis de faire des suggestions spécifiques aux acteurs impliqués dans la gestion de l'environnement industriel des huileries. Ces suggestions contribueront à limiter les effets des usines qui doivent fonctionner sans pour autant nuire à l'environnement et à la santé la des populations.

DEUXIEME PARTIE : CADRE DE L'ETUDE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Cette deuxième partie composée de deux chapitres. Dans son premier chapitre, il est présenté le cadre géographique perturbé par le fonctionnement des huileries. Le second chapitre montre l'approche méthodologique utilisée pour déterminer l'effet des déchets des usines productrices d'huiles végétales sur l'environnement.

CHAPITRE III : FACTEURS PHYSIQUES ET HUMAINS INFLUENÇANT LA PRODUCTION DES DECHETS DE LA SHB ET DE FLUDOR BENIN

Ce chapitre définit le cadre physique des communes dans lesquelles, fonctionnent les huileries de la SHB et de Fludor. Il présente également les différentes activités qui s'y mènent pour soutenir la production des matières premières de ces huileries, leur transformation et la commercialisation des produits finis qui en sont issus.

3-1 Environnement physique de Bohicon et de Zogbodomey

3-1-1 Présentation du secteur d'étude

La conurbation de Bohicon-Zogbodomey est située dans le département du Zou au sud du Bénin, à environ 80 kilomètres de Cotonou. Elle est comprise entre le de latitude nord, 1°58' et 2°24' de longitude est. D'une superficie d'environ 964 Km^2 (139 Km^2 pour Bohicon et 825 Km^2 pour Zogbodomey), elle est limitée au nord par la commune de Djidja, au sud par les communes de Toffo et de Lalo, à l'est par les communes de Za-kpota, de Covè et de Ouinhi et à l'ouest par les communes d'Abomey et d'Agbangnizoun.

La commune de Bohicon est composée de neuf (9) arrondissements que sont Bohicon I, Bohicon II, Agongointo, Avogbanan, Gnidjazoun, Ouassaho, Passagon, Saclo et Sodohomey. Quant à Zogbodomey, elle est constituée de onze (11) arrondissements que sont Cana I, Cana II, Akiza, Avlamè, Domè, Koussoukpa, Massi, Tanwé, Hesso, Zoukou et Zogbodomey (figure 9).

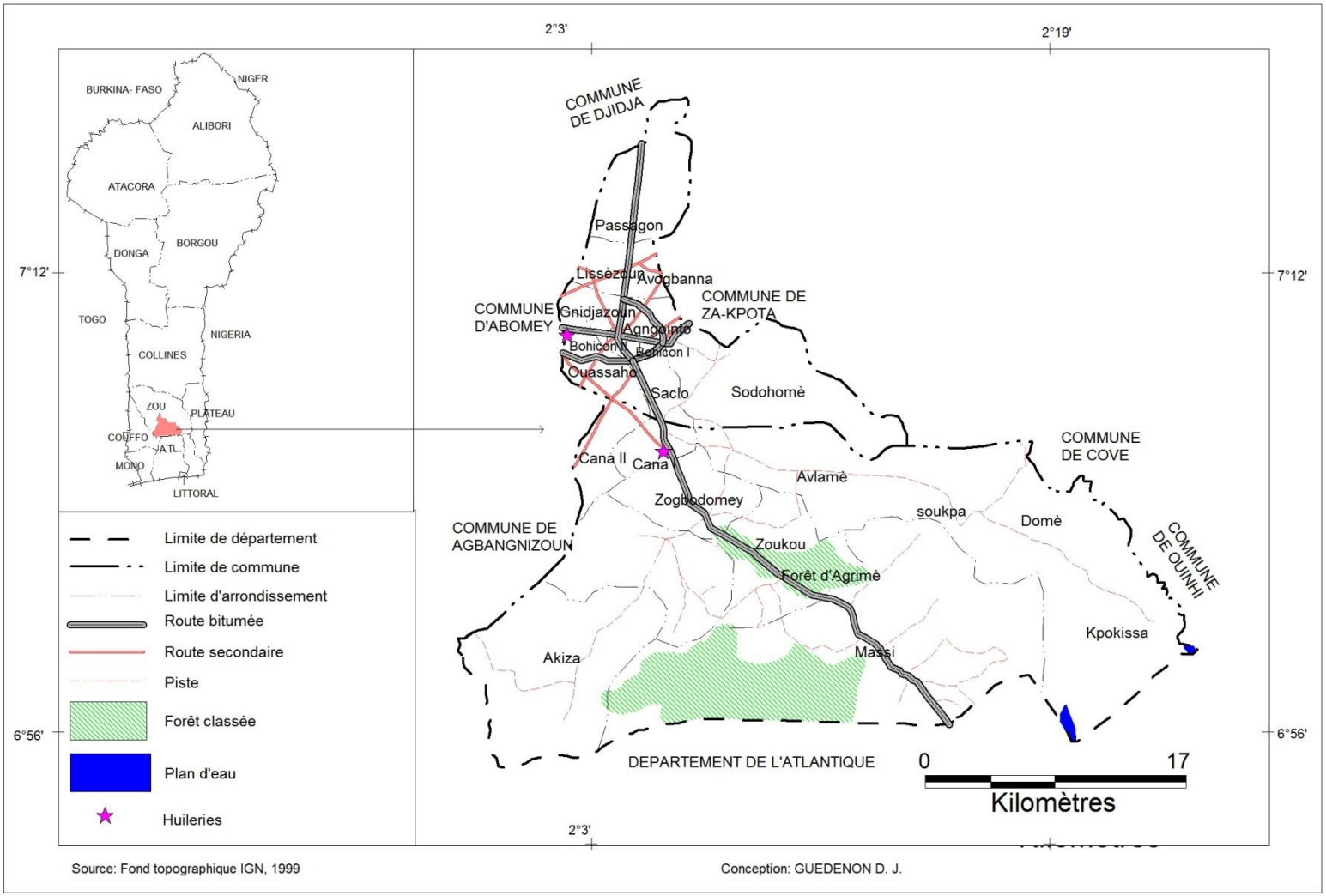


Figure 9 : Conurbation Bohicon-Zogbodomey abritant la SHB et Fludor Bénin

Chacune de ces deux communes abrite une huilerie. Installée dans l'arrondissement de Bohicon II depuis 1954, l'Institut de Recherche sur les Huiles et Oléagineux (IRHO), est devenu SONICOG dans les années 80. Elle a été ensuite privatisée en 1997 pour devenir SHB. Quant à Cana I, elle abrite depuis 2000 l'huilerie Fludor Bénin.

3-1-2 Facteurs climatiques de la conurbation Bohicon-Zogbodomey

La conurbation Bohicon-Zogbodomey est sous l'influence d'un climat assez doux comparativement aux autres régions du pays. Les données climatologiques recueillies entre 1960 et 2000 montrent que les communes de Bohicon et de Zogbodomey sont sous l'influence du climat subéquatorial. Elles sont caractérisées par la succession annuelle de quatre saisons par alternance : deux saisons sèches (une grande, allant de décembre à mi-mars et une petite allant de mi-juillet à août) et deux saisons des pluies (une grande, allant de mi-mars à mi-juillet et une petite allant de septembre à novembre) (figure 10).

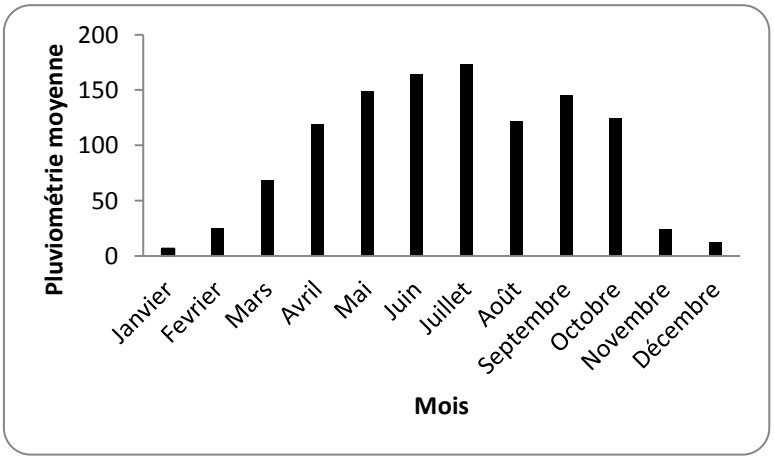


Figure 10 : Pluviométrie moyenne Bohicon- Zogbodomey

Source : Données ASCENA, 2013

L'analyse de la figure 10 montre que la pluviométrie mensuelle moyenne de 1960 à 2000 est bimodal. Les mois de juin et de septembre ont respectivement la pluviométrie importante de la grande saison et de la petite saison pluvieuses. Le mois de juin est le plus arrosé avec une pluviométrie de 160 mm d'eau environ. Le mois de janvier est le plus sec.

Malgré les perturbations climatiques, les communes de Bohicon et de Zogbodomey enregistrent une pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de mille deux cents millimètres (1 200 mm).

Les températures relevées sont comprises entre 25° C et 32° C sans grandes variations diurnes ou saisonnières, avec une moyenne thermique annuelle d'environ 27°C. Les moyennes annuelles des minima varient de 22,2° C à 28,5° C et celles des maxima se situent entre 30,3° C et 35,9° C (ASECNA, 2014).

Le mois de novembre est le plus chaud avec 31,1° C, tandis que le mois le moins chaud est août avec 25,4° C. Les vents qui soufflent sur Abomey sont la mousson d'origine maritime et l'harmattan résultant de l'alizé continental du nord. Les vents soufflant ont une direction dominante sud-ouest et prennent leur élan au sol à une vitesse de 2 m/s (ASECNA, 2014).

Cette pluviométrie influence la gestion faite des déchets (Guédénon, 2011). Pendant les saisons pluvieuses les déchets solides sont déversés dans les champs pour servir de fertilisants. Ils sont abandonnés à l'air libre. Ils puent et rendent invivables l'environnement. Au cours des mois secs, les déchets graines déversés sur les espaces libres, sont brûlés et émettent de volumineuses fumées. Ces fumées sont orientées par la direction du vent exposant ainsi les quartiers de ville situés au sud-ouest des dépotoirs aux odeurs issues du fonctionnement des huileries. Quant aux eaux usées de la SHB déversées dans le bassin de rétention, elles débordent la fosse en période de pluie (de mars à juillet et de septembre à novembre) (Ahinivi, 2005). Pendant cette période, tous les déchets abandonnés dans la nature sont drainés par les eaux de ruissellement vers les rivières ou les zones inondables.

3-1-3 Hydrographie de Bohicon et de Zogbodomey

Aucun cours d'eau permanent ne traverse la conurbation Bohicon-Zogbomey. Cependant, quelques-uns servent de limites naturelles au plateau d'Abomey. Il s'agit en

l'occurrence du Couffo et du Zou. Mais les eaux de ruissellement de la commune de Bohicon sont drainées vers la dépression ouest de la Lama entraînant la majeure partie des polluants contenus dans les déchets industriels.

Par ailleurs, le réseau hydrographique de la commune de Zogbodomey est composé de rivières comme Hounto, Koto, Samion, Dohou et Hlan. Cette dernière située à l'est de la société Fludor reçoit une bonne partie des eaux traitées ou échappant au processus du traitement au quotidien de l'usine (Togbé, 2011).

3-1-4 Relief des communes de Zogbodomey et de Bohicon

La conurbation Bohicon-Zogbodomey est située sur le plateau d'Abomey. Le relief de Zogbodomey, joint à celui de Bohicon, est caractérisé par de vastes vallées de la rivière Zou et du fleuve Ouémé, et par des zones de plateau d'altitude faible et une zone de dépression de la Lama.

La conurbation est donc délimitée par trois éléments topographiques. Ce sont la vallée du Couffo à l'ouest, la vallée du Zou (affluent de l'Ouémé) et la dépression de la Lama au sud Ahinivi (2005). Elle est donc caractérisée par une pente inclinée légèrement du nord-ouest vers le sud-est. Cette pente fait que les eaux de ruissellement coulent de Bohicon vers Zogbodomey, laissant sur leur passage des déchets solides et liquides de toutes natures (CBDIBA, 1999). Ainsi, les déchets abandonnés par la SHB, sont drainés par les eaux de ruissellement vers Zogbodomey. Aussi, l'arrondissement de Cana dont le relief est caractérisé par une plaine inondable sur laquelle est implantée l'usine Fludor, concentre-t-il une bonne partie des déchets de Fludor. Les polluants des déchets de Fludor s'accumulent dans cette plaine inondable de Cana et contribuent à la dégradation de cet écosystème.

3-1-5 Paysages végétaux de Bohicon et de Zogbodomey et le fonctionnement des huileries

Le secteur d'étude est situé dans la zone phytogéographique guinéo-congolaise. Des marécages et de la galerie forestière longent les principaux cours d'eau. Sa partie sud (Zogbodomey) est recouverte de forêts denses associées à la forêt de *ko* et des plantations de diverses espèces (annexe 3). On observe ainsi :

- des forêts classées situées à Massi et à Agrimey d'une superficie totale de 6 500 ha et la forêt marécageuse à Lokoli dans la commune de Zogbodomey ;
- des forêts artificielles plantées de *Tectona grandis* et de *Gmelina arborea* ;
- une forêt semi-décidue sur des sols ferrallitiques avec comme espèces dominantes *Albizia dantifolia, Afzelia africana* à Bohicon *;*
- des savanes boisées à *Parkia biglobosa* (ahouatin en fon, néré en bambara), *Adansonia digitata*, etc. A côté de ces formations végétales naturelles, coexistent d'autres paysages végétaux aménagés composés d'*Elaïs guineensis* , de *Tectona grandis* et des arbres fruitiers qui sont : *Mangifera indica*, *Citrus sinensis*, *Citrus limon* et *Carica papaya*, etc.

Toutefois, ce couvert végétal est en perpétuelle dégradation à cause des activités anthropiques. Au niveau de la SHB, les palmiers à huile et les tecks sont détruits aux fins de créer des aires de stockage des graines de coton. En ce qui concerne la société Fludor, la majorité de la strate supérieure arborescente est surexploitée pour l'installation de cette unité industrielle (Ahinivi, 2005).

3-1-6 Caractéristiques pédologiques des communes de Bohicon et de Zogbodomey

Sur le plan pédologique, plus de 50 % de Zogbodomey et 83 % de Bohicon sont recouverts de sols ferrallitiques (SDAC, 2012) (figure 11). Ces sols sont engendrés par une altération très poussée des minéraux primaires par des eaux chaudes et diluées qui les ont

dépouillés de leur fertilité naturelle. Les sols ferrallitiques formés sur le continental terminal présentent après la pluie et avant le ressuyage un aspect boueux et très glissant. De plus, des sols ferrugineux caractérisés par une dominance des oxydes de fer en raison d'une altération encore incomplète des minéraux primaires recouvrent moins de 17 % à l'ouest de Zogbodomey. On y distingue des sols hydromorphes, c'est-à-dire engorgés d'eau de façon temporaire ou permanente. Ils sont situés dans la portion sud-est, surtout dans la commune de Zogbodomey.

La pollution des sols et la pollution des eaux sont étroitement liées : un sol pollué peut, par lessivage facilement faire passer une part des polluants à la nappe phréatique ou aux eaux de surface. Mais aussi une eau polluée peut effectivement déposer les polluants qu'elle renferme sur le sol (Boko, 2005). Ainsi les eaux usées industrielles rejetées par les huileries sur le sol peuvent l'altérer et s'infiltrer dans le sous-sol. Elles peuvent avoir des impacts sur la nappe phréatique.

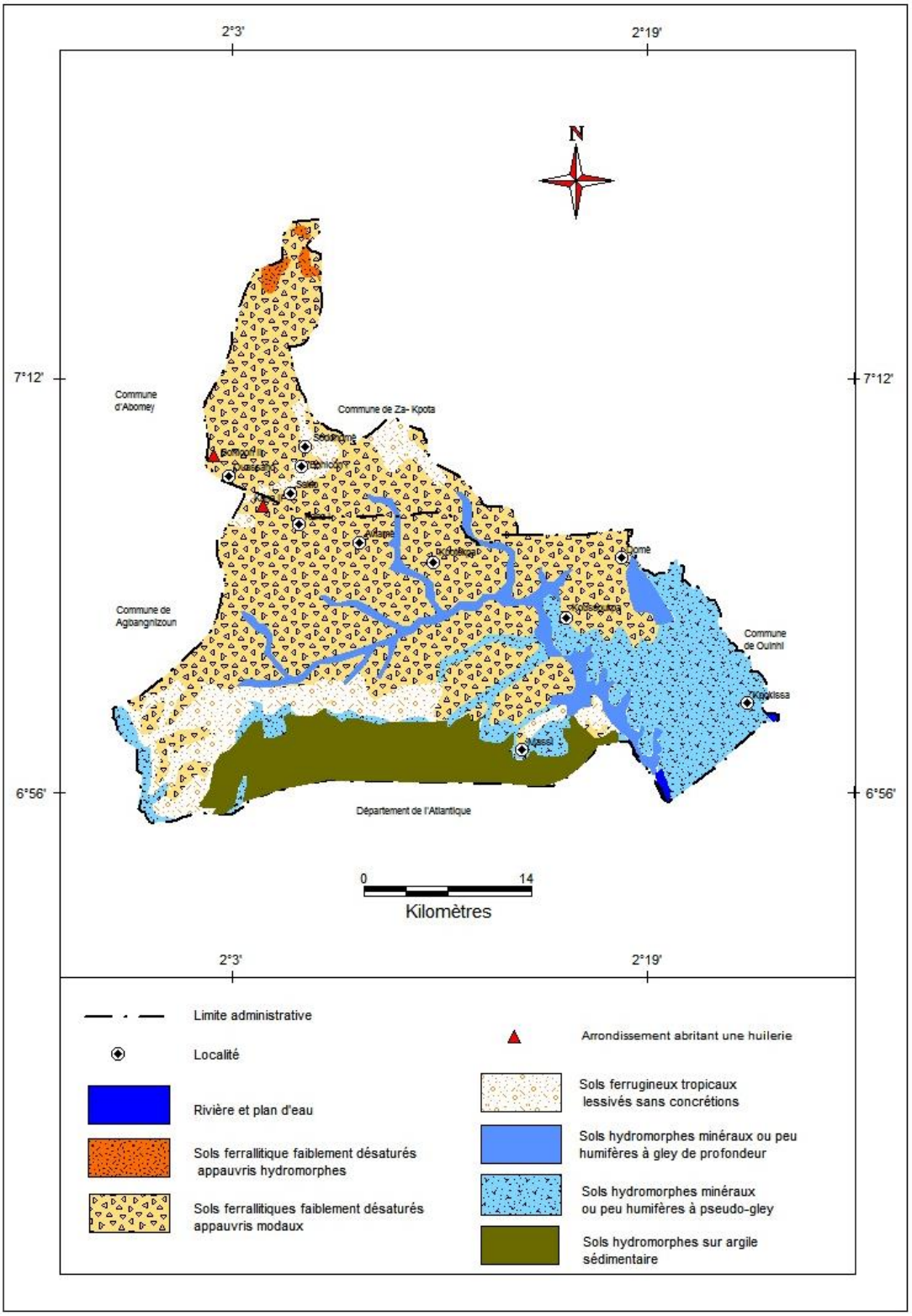


Figure 11 : Formation hydro pédologique de la conurbation Bohicon-Zogbodomey

En observant cette figure, on constate que les sols ferralitiques faiblement désaturés appauvris modaux dominent la structure pédologique des deux communes. Ce sont des sols

rouges limono-sableux en surface et argilo-sableux en profondeur. Ils sont développés sur un matériau complexe ou remanié et sont graveleux (gravillons ferrugineux et gréseux, plus rarement des galets de quartz). Ils sont constitués d'une texture sableuse en surface avec 10 à 20 % d'argile et sont argileux en profondeur (40-50 % d'argile). Il est à noter que la réserve d'eau est de l'ordre de 60 mm en profondeur. Ils sont assez peu profonds (moins de 1 m), graveleux et présentent une cuirasse peu profonde. La perméabilité, moins bonne que sur terre de barre, reste assez moyenne.

La géologie des matériaux de surface de ces communes est principalement caractérisée par des formations de l'époque Maestrichtien (environ de 70,6 à 65,5 Ma) et qui sont composées de sables, argiles, marnes et calcaires avec niveaux charbonneux à la base (figure 12).

Les formations de la limite Turonien-Coniacien (~91-89 Ma) couvrent près de 21 % de la commune et sont constituées de sables quartzeux avec graviers et argiles kaoliniques subordonnés et/ou de grès ferrugineux. Une zone de dépôts alluviaux récents constitués de sable, argile avec graviers subordonnés et de niveaux charbonneux est observée à la limite sud de la commune de Bohicon débouchant sur la commune de Zogbodomey.

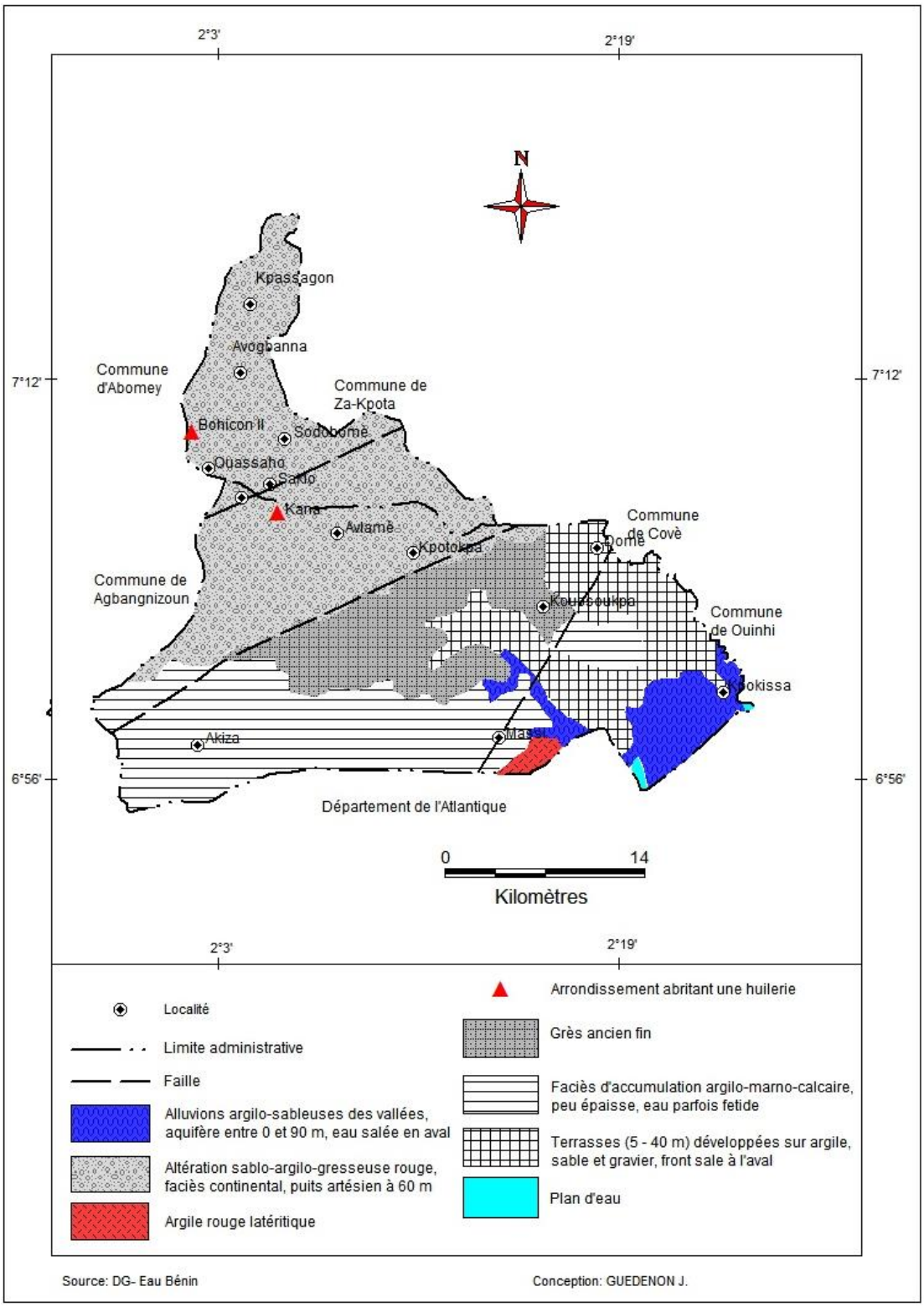


Figure 12 : Unité géologique de la conurbation Bohicon-Zogbodomey

La figure 12 présente les différents types de roches affleurant le sous-sol des communes de Bohicon et de Zogbodomey.

Ces caractéristiques pourraient constituer une contrainte physique au transfert hydrique vers les réservoirs souterrains (Totin, 2010). Le sens d'écoulement des eaux influencé par la nature des roches conditionne l'infiltration des polluants dans le sous-sol (figure 13).

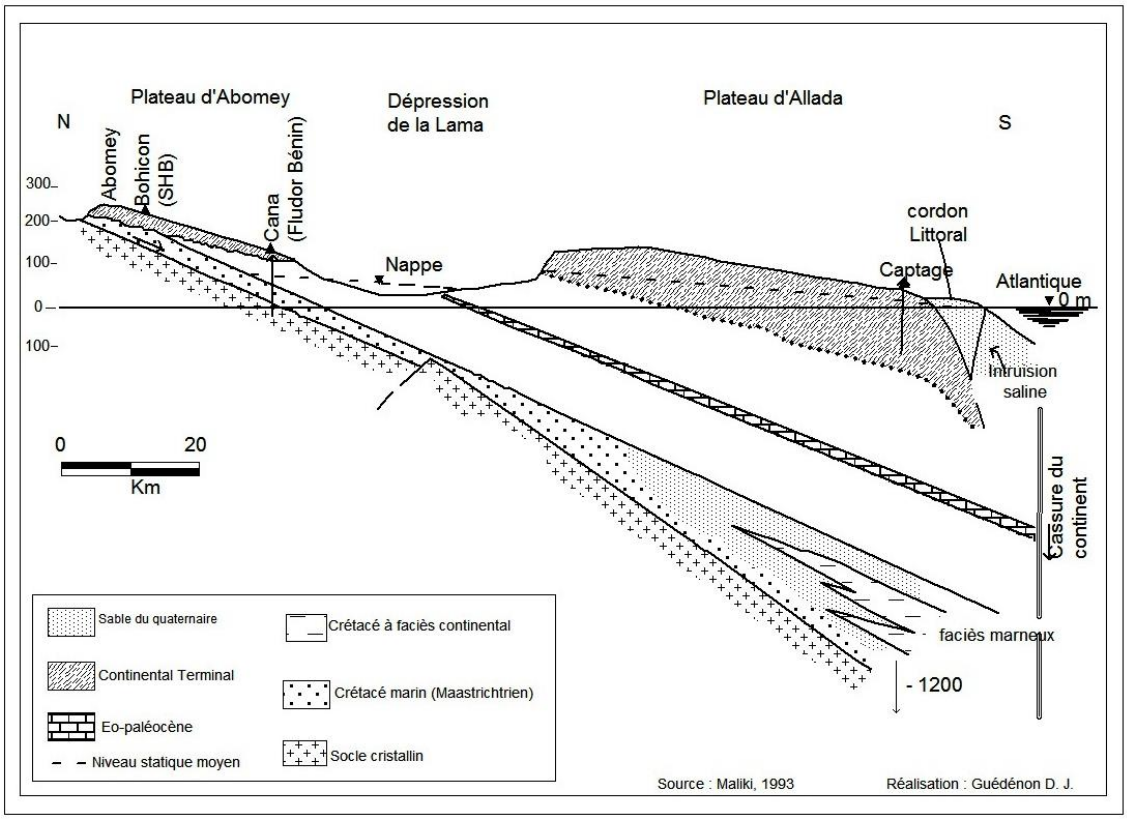


Figure 13 : Coupe hydrogéologique du bassin sédimentaire côtier

Cette coupe hydrogéologique montre que tout le plateau d'Abomey sur lequel sont implantées les huileries de la SHB et Fludor est situé sur le continental terminal (CT). Le CT est constitué de sédiments détritiques continentaux à faciès sablo-argileux fins qui reposent en discordance angulaire sur le Lutétien (Eocène moyen), qui prend fin à hauteur de Cana, l'arrondissement dans lequel est installé Fludor. Ce plateau débouche sur une dépression à hauteur de Cana, formant une zone inondable dans laquelle l'usine Fludor est installée. Son épaisseur varie de 60 m à plus de 140 m. La valeur moyenne de la transmissivité tourne

autour de 4.10^{-3} m^2/s alors que le coefficient d'emmagasinement est de l'ordre de 10^{-3} (Maliki, 1993). Sur ce plateau les eaux sont drainées de Bohicon vers Cana.

La vulnérabilité de ces eaux souterraines (nappes) à la pollution dépend d'une part des possibilités de transit de la pollution de la surface du sol vers la nappe et d'autre part de la propagation dans la nappe elle-même (Boko, 2005). Ces réservoirs d'eaux souterraines sont exposés à une pollution industrielle (Dovonou, 2012) par l'infiltration d'eaux chargées de polluants des huileries. Pour cet auteur, le mécanisme de la pollution des eaux souterraines varie suivant les types de nappe. Une fois la ressource contaminée, le transfert des polluants (minéraux ou organiques) s'effectue suivant deux composantes, à savoir la composante verticale et la composante horizontale.

Il ne serait pas très facile aux polluants de ces huileries de s'infiltrer dans les eaux souterraines sur le plateau d'Abomey. Ils pourront migrer et s'accumuler dans la zone inondable où la nappe phréatique est plus ou moins profonde.

3-2 Cadre humain de la zone d'étude

Zogbodomey serait le berceau du royaume de Danxomè. Ce royaume serait parti de Cana qui est un arrondissement de la commune de Zogbodomey (SDAC, 2012). Quant à Bohicon, elle n'est réellement née qu'avec l'ouverture de la gare ferroviaire inaugurée en 1906 autour de laquelle elle s'est développée. Elle devient plus tard un important centre commercial où sont installées plusieurs industries, un facteur de la croissance démographique. Bohicon est l'une des communes les plus dynamiques du Bénin avec un taux de croissance moyen de 3,39 % pendant la période allant de 1979 à 2002 et à 3,72 % en 2013 (INSAE, RGPH 1, 2, 3 et 4). Ainsi de 22 702 habitants en 1979, la population est passée à 43 453 habitants en 1992. En 2013, elle a compté 171 781 habitants dont 81 404 de sexe masculin et 90 377 de sexe féminin (INSAE, RGPH 4). Cette commune de Bohicon a la plus forte population du Zou avec 18,84 % de la population totale du département. Quant à l'évolution

de la population de Zogbodomey, elle est mal connue avant la première guerre mondiale et surtout pendant les royautés. De 31 000 en 1966, elle n'a plus connu de flux et atteignit 50 170 personnes en 1979, puis 66 595 habitants (INSAE, 1992) et 92 935 (INSAE, 2014), le taux de croissance annuel étant d'environ 2,09 % et 2,27 % en 2013. La population des villes de Bohicon et Zogbomey a pratiquement triplé entre 1979 et 2013.

De même, les arrondissements de Bohicon II et de Cana I des communes respectives de Bohicon et de Zogbodomey connaissent une forte croissance démographie (figure 14).



Figure 14 : Evolution démographique à Bohicon II et Cana 1

Source : RGPH 1, 2, 3 et 4

Ce graphique permet d'apprécier l'évolution démographique des arrondissements de Bohicon I et de Cana I de 1979 à 2013. De l'observation de ce graphe, il ressort que l'arrondissement de Bohicon II est plus peuplé que celui de Cana I. Plusieurs raisons peuvent expliquer cette disparité. Il s'agit entre autres de la présence des infrastructures marchandes, de communications (gares) et des industries.

En effet, un des facteurs qui explique de ce fort taux de croissance est lié à l'attractivité de la ville par sa position de "ville carrefour" d'une part et d'autre part par le fait qu'elle abrite quelques unités de production industrielle comme la SHB et presque tous les ouvriers de Fludor de Cana (Adjobo, 2011). L'animation périodique du marché de Bohicon

draine un grand monde. Cet important flux s'explique par la volonté de satisfaire les besoins d'approvisionnement et d'écoulement de divers produits par les populations (Guédénon, 2011). Ce flux s'observe aussi bien dans les localités environnantes que lointaines.

Partageant les mêmes réalités socio-culturelles, les communes de Bohicon et de Zogbodomey sont largement et respectivement dominées par les *Fɔnnu* à 93 % et 92,8 %. Viennent ensuite les Yoruba, Aja, Batɔnnu, etc. Ces derniers groupes socio-culturels sont très souvent à la recherche d'emplois et n'hésitent pas à se faire embaucher comme des ouvriers durant les campagnes de la SHB et de Fludor.

3-3 Activités économiques à Bohicon et à Zogbodomey

Les activités économiques des deux villes portent principalement sur le commerce de détail et la production (l'artisanat essentiellement).

A Bohicon, les principales activités de la population, sont classés par ordre d'importance décroissante : le commerce (41,23 % des actifs), la production manufacturée (17,56 %), le service (14,06 %) et l'agriculture (12,56 %). Le nombre d'actifs dans le secteur agricole a diminué de plus de moitié entre 1979 et 2002 (en passant de 24 % à 12 %) au profit du commerce, pendant que le nombre des artisans est resté stable dans la même période (RPGH 3). A Zogbodomey, des données du RGPH (2002) indiquent que 60 % de la population de la commune s'adonnent à l'agriculture, 26 % au commerce y compris le commerce des produits agricoles et des produits issus des transformations agro-alimentaires et 14 % des autres activités (BTP, transport, communication, etc.).

3-3-1 Activité du secteur primaire : l'agriculture

La commune de Bohicon est le siège de plusieurs activités qui sont à l'origine de la production et de la gestion des graines de coton. Au nombre de celles-ci figure l'agriculture. Les principales cultures saisonnières sont : l'igname, le manioc, le maïs, l'arachide, le mil, le coton, etc. Par ailleurs, les fruitiers comme le manguier, le papayer sont cultivés. Mais de plus

en plus, l'agriculture est pratiquée par les personnes âgées pour la plupart du temps dans la commune. Les grandes productions du coton proviennent des localités environnantes telles que Za-Kpota, Dassa-Zoumé, Savalou, Glazoué, Zagnanado et le nord Bénin.

De même, pour Guédénon *et al*., (2012), l'une des réponses à l'occupation dans les villes, se traduit par le développement d'une agriculture urbaine périphérique, source d'amélioration du revenu. Cette agriculture urbaine contribue à l'absorption d'une bonne partie des déchets industriels : graines de coton, coques des graines de coton et même les effluents liquides de la SHB et de Fludor.

3-3-2 Activités industrielles et artisanales

Les communes de Bohicon et de Zogbodomey disposent d'un tissu industriel important. Elles sont considérées comme de ce fait les plus industrialisées du département du Zou. Ce secteur secondaire est caractérisé par les unités de production industrielle généralement installées à la périphérie de la commune. Elle occupe 20,3 % de la population active (Atlas Monographique des communes du Bénin, 1999).

Troisième centre industriel du Bénin, après Cotonou et Parakou, Bohicon abrite six (06) unités industrielles : trois (03) usines d'égrenage de coton dont une privée pour la SOCOBE et une pour la SODECO, une huilerie (SHB), une industrie d'huilerie Fludor sise à Cana I. A ces diverses usines s'ajoutent l'ONAB et une maïserie aujourd'hui privatisée. Ces différentes unités industrielles constituent une source productrice d'importants volumes de déchets industriels (les coques de coton, les eaux usées, la cendre et la poussière, etc.). La quasi-totalité de ces usines se trouvent en agglomération et créent des nuisances à la population à travers les bruits de moteur, la poussière, les eaux usées et les résidus d'entretien des moteurs pour certaines catégories d'entre elles. Dans l'impossibilité de déplacer ces usines, il va falloir exiger d'elles un certificat de conformité assorti d'audits environnementaux et d'acquisition d'incinérateur.

Certains sous-produits industriels perçus comme déchets aujourd'hui pourraient être valorisés. C'est le cas des coques de coton utilisées pour l'alimentation animale, et pour la production d'énergie, etc., dans les ménages. Il en est de même pour les copeaux de bois.

Les activités artisanales quant à elles concernent essentiellement la transformation agro-alimentaire (arachide, maïs, amande de palme, etc.) et la fabrication des objets d'art. En plus de l'artisanat traditionnel, les riverains des huileries (SHB et Fludor) inventent des techniques géniales pour la transformation des déchets industriels créant ainsi de nouvelles filières génératrices de revenus. Les résidus des matières premières, les produits avariés, les eaux usées, etc. issus des usines productrices d'huiles sont recyclés et valorisés contribuant ainsi à la résolution des problèmes d'assainissement dans les cités. A Bohicon, la fabrication des produits à base des déchets industriels est purement artisanale. La transformation de déchets de coton en savon endogène occupe une frange des femmes du quartier de ville Sogba. Sur les sites de décharge de la SHB de Honmèho, de nombreuses personnes viennent très souvent récupérer la cendre de coques de coton-graine pour la fabrication de savon traditionnel appelé en langue *fongbe* ''*kɔtɔ''* et ''*kpankpan''* (Guédénon et *al*., 2012), très prisés aussi bien dans les marchés locaux que nationaux.

3-3-3 Activités du secteur tertiaire

Le commerce, le transport et le service sont les principales activités du tertiaire de ces villes.

Le commerce repose sur celui du détail surtout sur la redistribution des denrées vivrières (production locale) et les produits manufacturés provenant de Cotonou, du Nigeria et surtout fabriqués par les industries locales pour le marché de Bohicon. L'importance du flux du marché est due au dynamisme de la ville, à sa position géographique de "ville carrefour", aux infrastructures qui y sont disponibles et au fort taux de croissance démographique qui est de 3,72 % en 2014 (INSAE, 2014). Ainsi le marché de Bohicon apparaît-il comme, le plus

important du département et s'anime dans des maisons, des coins et recoins : autour des carrefours, gare ferroviaire, parc auto et hôpital de la ville. Il s'étend sur une superficie de l'ordre de 2,7 ha et a une capacité d'accueil de 1 390 places construites. Les jours ordinaires, il accueille environ 550 vendeurs et les jours du marché, 2 519 vendeurs (Guédénon, 2011). Ces activités sont dominées par le commerce du détail occupant une place importante dans l'informel. Ces vendeurs de marchandises au détail remplissent le marché de produits agricoles, artisanaux, importés et leurs activités relèvent du commerce informel. Une grande partie de la population s'occupe dans du petit commerce. Ces commerçants encore appelés micro-détaillants ''*tɛkpatɔ*'' en langue locale *fɔngbe*, mettent à la disposition de la masse populaire des produits de grande consommation (le riz, le maïs, le gari, le lait, le sucre, la tomate en boîtes et les tomates fraîches, du poisson frit, fumé, frais,…) et surtout des produits issus des huileries (huiles vitalor et fludor). Dans ce marché, d'autres dérivés de produits issus de la gestion des graines de coton tels que le bétanimal pour le bétail, vitanimal pour les volailles et les savons indigènes fabriqués avec des déchets industriels des huileries sont commercialisés.

Le secteur du transport dans la commune est animé par de gros-porteurs souvent utilisés au transport de coton et des billes de teck vers les usines, par des automobiles et des camionnettes destinées au transport en commun et celui des marchandises des localités environnantes vers le marché de Bohicon (Adjobo, 2011). Ce transport intervient dans l'approvisionnement des usines en matières premières donc le transport des graines de coton des usines d'égrenages aux huileries. De même, les camions transportent les déchets (coques, cendre, huiles usagées) et produits finis (vitalor, fludor et vitanimal) vers les magasins pour leur commercialisation.

Conclusion partielle

Bien qu'administrativement indépendantes l'une de l'autre, les communes de Bohicon et de Zogbodomey jouissent d'un même environnement physique et humain. Les caractéristiques physiques de ce milieu influencent la propagation des polluants de ces huileries déversés dans la nature. La dynamique humaine de cette zone d'étude est favorable à la forte production et à la commercialisation des huiles végétales de coton par ces huileries, contribuant à la dégradation de l'environnement. Quant à sa dynamique économique, elle est assez favorable à la valorisation des déchets industriels dans l'agriculture et à des fins commerciales.

CHAPITRE IV : DEMARCHE METHODOLOGIQUE

Dans ce chapitre, la méthodologie a été une étude transversale qui outre le point du savoir à la matière a consisté à établir la relation entre le fonctionnement des deux huileries, le devenir des déchets déversés et leurs effets sur l'environnement. Dans ce cadre, il été étudié la pollution engendrée par la gestion des déchets des huileries de la SHB et de Fludor Bénin.

4-1 Données utilisées

Plusieurs types de données sont collectés. Il s'agit :

- des statistiques démographiques relatives à l'évolution de la population dans les communes de Bohicon et de Zogbodomey, obtenues à l'INSAE de 1979 à 2013;

- des données climatiques obtenues à l'ASECNA, sur la pluviométrie, la température et les caractéristiques des vents de la station de Bohicon ;

- des statistiques sanitaires (prévalence des maladies et accidents du travail dans les deux huileries) disponibles dans les centres de santé couramment fréquentés par les employés et riverains des usines de 2003 à 2014;

- des informations quantitatives et qualitatives relatives aux déchets de la SHB et de Fludor (quantités et qualités des matières premières et déchets recueillis au terme de leurs transformations) ;

- des données relatives aux quantités des déchets récupérés par les prestataires abonnés aux deux usines (AGePEUA, Soulex, etc.)

- des paramètres physico-chimiques et bactériologiques obtenus après des analyses d'échantillons d'eau de consommation et effluents industriels réalisées aux laboratoires de la DHAB et LSTE qui ont permis de connaître la qualité des eaux de puits situés dans les environs des huileries et de leurs eaux usées ;

- des paramètres physico-chimiques des sols prélevés aux alentours des usines et d'un sol témoin à Saclo puis des déchets graines incinérés analysés au LSSEE.

- des informations relatives aux principaux processus de transformations des déchets de ces huileries recueillies auprès des populations riveraines (la valorisation et le recyclage des déchets industriels) et leur impact sur l'environnement.

Pour la collecte de ces données et informations, plusieurs techniques et outils ont été utilisés. Les données et informations utilisées dans le cadre de la présente recherche sont collectées dans des centres de documentation et complétées par les enquêtes de terrain.

4-2 Outils de collecte des données

Les outils de collecte des données sont les questionnaires adressés aux ouvriers et aux ménages riverains (tableau II) pour comprendre les impacts liés aux fonctionnements des huileries de la SHB et de Fludor Bénin. Des guides d'enquête ont facilité l'entretien avec les acteurs clés et les personnes ressources comme les responsables des usines, l'inspecteur de la police environnementale, les artisans qui valorisent les déchets, les responsables en charge de la gestion de l'environnement urbain de Bohicon et de Zogbodomey. Des cartes topographiques et géologiques sont utilisées pour procéder à la connaissance du milieu.

Le sonomètre (planche 2-1) est utilisé pour la prise de la quantité de bruit émise par les machines. Un appareil photographique pour prendre des vues instantanées de certains faits devant servir d'illustrations et un GPS pour prendre les coordonnées géographiques des lieux de prélèvements des sols, des eaux usées et de consommation.

Des bouteilles en verre stérile (planche 2-2) et des bouteilles en plastiques ont été également utilisées pour le prélèvement des échantillons d'eau afin de réaliser les analyses bactériologiques et physico-chimiques. De même une sonde (tarière hollandaise) a servi aux prélèvements des échantillons de sols.



Planche 2 : Sonomètre utilisé pour la mesure de la quantité de bruit émis dans les différentes sections des huileries (1) ; Flacons couverts de papier aluminium ayant servi à prélever l'eau (2)
Prise de vues *: Guédénon, août 2014*

Cette planche montre quelques outils utilisés sur le terrain. Ce sont d'une part un sonomètre employé pour la mesure des bruits émis dans les différentes sections de l'huilerie et d'autre part des flacons en bouteille disposant de bouchon recouvert entièrement de papier aluminium.

4-3 Techniques de collecte de données

Elles se résument à la recherche documentaire et aux travaux d'enquêtes sur le terrain.

4-3-1 Technique d'échantillonnage

La recherche est effectuée uniquement dans les arrondissements dans lesquels, sont implantées les usines car ils sont plus soumis à la dégradation industrielle. La population enquêtée est constituée essentiellement des ménages des arrondissements qui abritent les usines. Il s'agit des populations de Bohicon II pour la SHB et celles de Cana I pour Fludor.

La taille de l'échantillonnage a été déterminée par la méthode probabiliste de Schwartz (1995) dont la formule se présente comme suit $\mathbf{T = \alpha^2 pq / i^2}$ (1) avec :

- T : taille de l'échantillon ;
- i : précision (5 %) ;
- **α** : le niveau de confiance à 95 %, ce qui correspond à un risque d'erreur 5 % ;
- p : le degré d'homogénéité et ;
- q : le degré de non homogénéité (q = 1- p).

D'après le RGPH de 2013, l'arrondissement de Cana I compte mille deux cent cinq un (1 251) ménages sur un total de dix-neuf mille six cent cinquante-neuf ménages (19 659) dans la commune de Zogbodomey. Le degré d'homogénéité des enquêtés de Cana I ($p_{Cana\ I}$) est (1 251/19 659) soit 0,06 et $q_{Cana\ I} = 1\text{-}p_{Cana\ I} = 0,94$.

Quant aux ménages de Bohicon II, ils font onze mille six cent neuf (11 609) contre trente-sept mille soixante-onze (37 071) ménages pour toute la commune en 2013. Le degré d'homogénéité des ménages de Bohicon II ($p_{Bohicon\ II}$) interrogés est de (11 609/37 071) soit 0,31 et $q_{Bohicon\ II} = 1\text{-}p_{BohiconII} = 0,69$.

Dans le souci de respecter une proportionnalité des différentes classes de l'échantillon constitué par quartier de ville des arrondissements choisis, un coefficient, **K = Te/Mt** est appliqué. Avec :

- Te = Taille de l'échantillon et ;
- Mt = Ménage total des arrondissements sélectionnés.

Ainsi, $K_{Cana\ I\ est} = 0,07$ et $K_{Bohicon\ II} = 0,03$

Le nombre représentatif de chaque catégorie est obtenu en multipliant le nombre de ménages des arrondissements choisis et ceux de leurs quartiers par ce coefficient **K**.

Les effectifs de l'échantillon de chaque arrondissement sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau II : Echantillonnage par arrondissement urbain

Arrondissement	Quartier	Nombre de ménages en 2013	Echantillon	Total de l'échantillon
Bohicon II	Agonvèzoun	1 153	85	
	Gbanhicon	1 475	109	330
	Honmèho	1 142	84	
	Sogba	701	52	
Cana I	Dégueli	105	12	
	Alladaho	301	33	90
	Malè	210	24	
	Kpota	195	21	

Source : INSAE 2013 et adapté aux travaux de terrain

Quatre cent vingt (420) ménages, choisis par un échantillonnage probabiliste, sont interrogés. Ces individus enquêtés sont ceux rencontrés dans les maisons et les ateliers situés non loin des tas d'ordures ménagères. La taille de l'échantillon varie d'une localité à une autre et est d'ordre moyen de 3,20 % de la population mère.

Des entretiens sont effectués avec des responsables chargés de la gestion de l'environnement dont l'inspecteur de la police environnementale et le responsable de collecte des déchets ménagers, des artisans, les chefs du service technique des mairies de Zogbodomey et de Bohicon. Par ailleurs, des observations directes ont été faites sur le terrain suivant une grille d'observation pour apprécier et vérifier la justesse des propos des personnes interrogées.

4-3-2 Travaux de terrain

Ils sont menés auprès des ménages et différentes structures ayant à charge la santé de la population et la gestion de l'environnement : (ménages, agents de centre de santé, agents de la police environnementale, responsables à divers niveaux dans les deux huileries). Des entretiens sont réalisés avec le Directeur de l'environnement du MEHU, l'inspecteur Environnemental du département du zou, les directeurs des services techniques des deux communes, les médecins-chefs des hôpitaux de Goho et de Bohicon et autres acteurs impliqués dans la gestion environnementale en cours dans le doublet urbain Bohicon-Zogbodomey, dans les quartiers environnant les usines et dans les mairies.

Les discussions avec les ménages ont porté sur leurs besoins qui prennent en compte des produits à usage courant essentiellement fabriqués à base des déchets recyclés. Des interviews sont faites aux acteurs économiques qui récupèrent et valorisent les déchets recueillis dans les huileries. La taille de l'échantillon varie selon la population (tableau II).

- **Populations enquêtées**

Elles ne sont que les ménages habitants les quartiers les plus rapprochés et limitrophes de ceux dans lesquels la SHB et Fludor Benin sont installées. Les questionnaires sont adressés de façon aléatoire aux ménages dont le nombre est déterminé selon la méthode de Schwartz, avec un effectif de population mère recensée en 2013. Le tableau II donne les statistiques sur les différentes catégories de personnes enquêtées.

- **Cibles secondaires**

Des entretiens sont effectués avec les responsables chargés de la gestion de l'environnement dont l'inspecteur de la police environnementale et de collecte des déchets ménagers, des artisans, les chefs du service technique des mairies de Bohicon et de Zogbodomey qui constituent les cibles secondaires. D'autres cibles sont consultées. Il s'agit des chefs de quartiers ciblés par l'enquête, des responsables des centres de santé, des agents d'hygiène et d'assainissement de base, des responsables et deux agents collecteurs par structure. L'étude a également porté sur :

- les ménages et institutions humaines qui sont les premiers acteurs touchés par les effets des industriels;
- les végétations qui entourent les usines de SHB et de Fludor Bénin et ;
- les puits et cours d'eau qui sont dans les entourages des usines.

4-4 Méthode de traitement des données

4-4-1 Recherche documentaire

Beaucoup de bibliothèques et centres de documentation (tableau III) ont été consultés. Cette recherche documentaire a concerné la littérature existante (ouvrages généraux et spécifiques, thèses, mémoires, rapports, revues), des sites Internet et web ayant rapport au thème du présent travail. Les centres de documentation fréquentés et types d'informations sont indiqués dans le tableau suivant.

Tableau III : Centres de documentation visités et informations recueillies

Centres de documentation	Nature des documents	Type d'informations recueillies	Observations
EPAC	Mémoires et livres	Données relatives à l'environnement	Catalogue numérisé, abondance de documents sur les déchets solides, formalité de consultation très onéreuse aux chercheurs
FLASH	Mémoires	Aspects géographiques des villes de Bohicon et de Zogbodomey	Existence de nombreux mémoires mais difficiles d'accès
INSAE	Rapports et enquêtes	Données démographiques	Centre de documentation très fourni en données socio-économiques
Internet	Revues et thèses	Informations sur la gestion de l'environnement	Bibliothèque universelle très accessible
LARD	Mémoires et cartes	Informations cartographiques	Documentation très variée et accessible
DCAM Bethesda	Mémoires, thèses et rapports	Données relatives à l'environnement	Libre d'accès, spécialisé en informations sur la gestion des déchets
Centre de documentation du MEHU	Mémoires, livres et synthèse de colloque	Informations relatives à la gestion des déchets et l'environnement	Disponibilité d'informations sur l'environnement et d'accès facile

Source: Enquête de terrain, juillet 2013

Ces différents centres ont permis d'accéder à la littérature qui a joué un rôle prépondérant dans la conception de revues susceptibles d'étayer les hypothèses sus-émises. Ce point documentaire a conduit à la revue de la littérature. Cette recherche documentaire est complétée par des enquêtes socio anthropologiques dans le secteur de l'étude.

4-4-2 Analyse au laboratoire

4-4-2-1 Technique de prélèvement in situ

La démarche méthodologique est subdivisée en deux étapes : une première étape consacrée aux observations et prélèvements *in situ* (planche 3) et une seconde étape consacrée aux analyses au laboratoire.



Planche 3 : Prélèvement d'échantillons d'eau de la rivière Hlan à la hauteur de Avlamè (1) ; prélèvement de sols à côté de la fosse des eaux usées de la SHB à Sogba, (2)
***Prise de vues** : Igué, août 2013*

Pour le prélèvement des eaux à analyser, les bouteilles ont été rincées trois fois avec l'eau à prélever. Une fois le prélèvement fait, la bouteille est étiquetée, conditionnée dans une glacière apprêtée et convoyée vers le laboratoire.

Quant au prélèvement de sols, il a été réalisé par la méthode qui consiste à prélever des échantillons de sol à 05 postes (dans les quatre points cardinaux et aux centre d'intersection des lignes reliant les quatre points) sur de 0-20 cm de profondeur. L'ensemble des prélèvements de la localité, est mis dans un seau en plastique et mélangés et versé dans un sachet étiquetés. Ces sachets sont ensuite convoyés au laboratoire.

Les sites de prélèvement des échantillons géoréférencés sont répartis autour des deux huileries (figure 15).

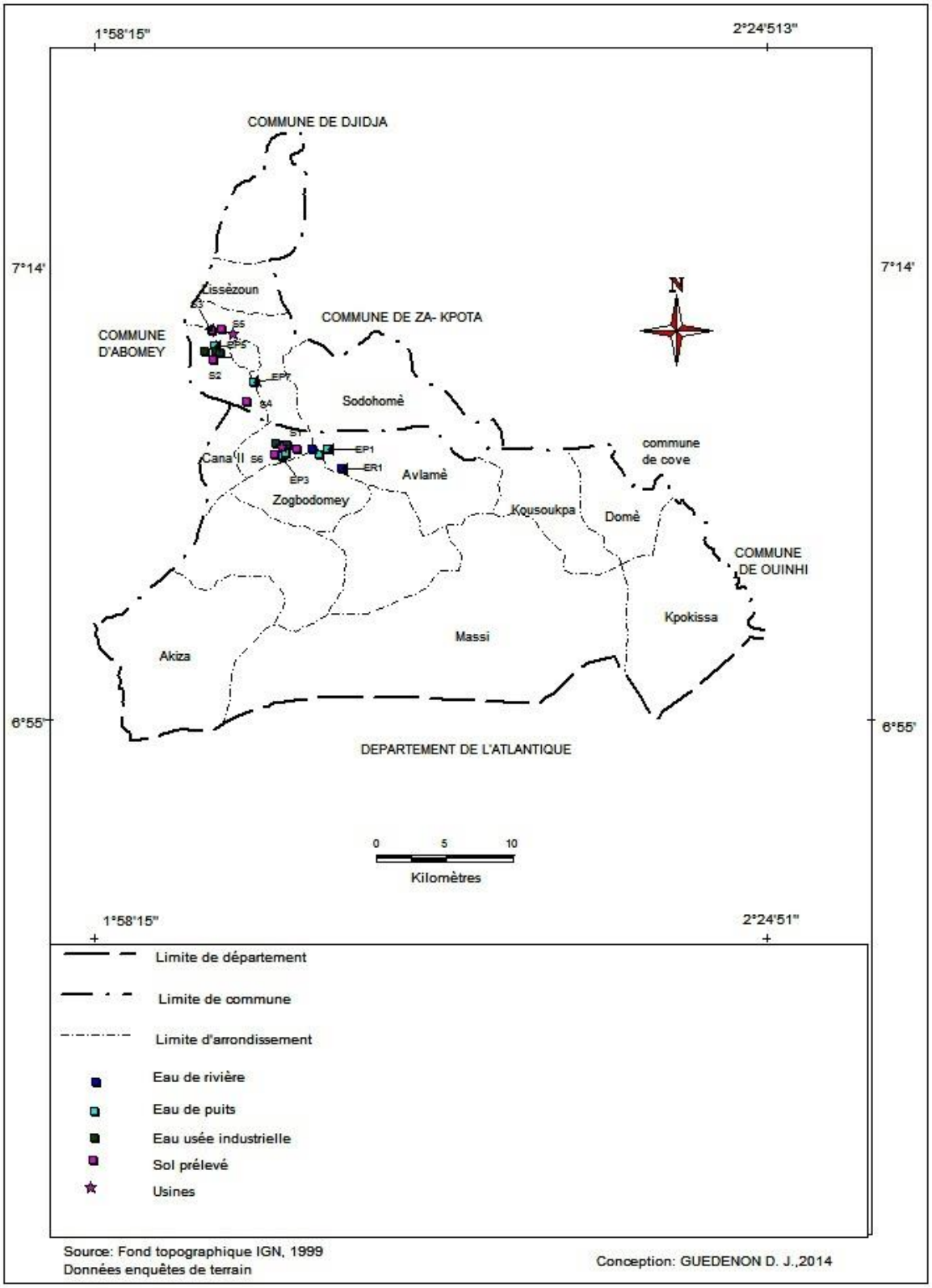


Figure 15 : Sites de prélèvement d'échantillons analysés

Cette carte présente les sites de prélèvement des échantillons analysés aux laboratoires. Sur ces sites (annexe 2), des échantillons d'eaux de consommation et d'effluents industriels ont été prélevés. Les végétaux arrosés par les effluents industriels et de déchets industriels utilisés comme fertilisants ont été également prélevés et analysés.

4-4-2-2 Critères liés aux choix du site

Le choix des sites de prélèvement des eaux échantillonnées repose sur plusieurs critères à savoir :

- proximité des sites par rapport aux usines ;
- proximité par rapport aux décharges sauvages;
- position des sites par rapport au sens d'écoulement des effluents industriels et ;
- position du site par rapport à la direction des vents dominants.

L'objectif visé est d'identifier les effets de ces déchets des huileries sur certains composants de l'environnement tels le sol, les eaux de consommation et les végétaux. Il est question de déterminer la teneur des macroéléments contenus dans les déchets industriels utilisés comme fertilisants ; de même celle des métaux lourds dans les produits consommables fabriqués à partir des déchets industriels. Des comparaisons sont faites avec des sites témoins comme Honmèho et Saclo.

Les travaux réalisés dans des laboratoires concernent alors la détermination de la teneur des paramètres de pollution et de fertilisation dans les effluents industriels et les eaux de puits consommées autour des usines.

4-4-2-3 Méthodes d'analyse des eaux de consommation et des effluents industriels au laboratoire

Des échantillons d'eau ont été prélevés et analysés aux Laboratoires des Sciences et Techniques de l'Eau (LSTE) de l'Ecole Polytechnique d'Abomey Calavi (EPAC) et de la DHAB du MS.

Dans le cadre de la présente recherche, la priorité a été donnée aux propriétés physico-chimiques et bactériologiques des eaux consommées et aux paramètres de pollution dans les eaux usées industrielles et de la rivière Hlan.

Les prélèvements effectués ont concerné les échantillons d'eau de consommations de puits et forages existant autour des huileries de la SHB et de Fludor (tableau IV). Les eaux de citerne n'ont pas été échantillonnées parce qu'il était question d'analyser les eaux provenant de la nappe phréatique susceptibles d'être contaminées et sont la plupart couvert de dalle. A ces prélèvements, s'ajoutent des échantillons d'eaux de forages témoins situés à Saclo et à Honmèho. Quant aux eaux usées industrielles de la SHB prélevées, ce sont celles qui proviennent juste des usines (avant et après la décantation) et celles du bassin réceptacle d'une part et des échantillons d'eau usée de Fludor avant et après le traitement d'autre part. Il a été enfin prélevé l'eau de la rivière Hlan, située juste derrière l'usine Fludor Bénin.

Tableau IV : Synthèse des prélèvements des eaux

N°	Site	Caractéristiques	Coordonnées	
			X	Y
EP1	Alladaho	Eau potable de pompe (forage)	403257	785797
EP2	Wankon	Eau potable de pompe (forage)	402711	785382
EP3	Dodomè	Eau de puits (maison du délégué)	400509	784903
EP4	Usine Fludor	Eau potable de pompe (forage)	400331	785319
EP5	Usine SHB	Eau potable de pompe (forage)	394944	793485
EP6	Handicapé	Eau potable de pompe (forage)	394824	794470
EP7	Saclo	Eau potable de pompe (forage)	397877	790725
EU1	Sogba	Eau usée de SHB non décantée	395086	793115
EU2	Sogba	Eau usée de la SHB décantée	395086	793113
EU3	Sogba	Eau usée de la SHB du réceptacle	395088	793043
EU4	Cana	Eau usée non traitée de Fludor	400343	785284
EU5	Cana	Eau usée de Fludor traitée	400404	785173
ER1	Agbogbohonou	Eau de rivière Hlan	402140	785797
ER2	Avlamè	Eau de rivière Hlan	404352	784430

Source : Enquête de terrain, août 2014

Ainsi, sur les directives des laboratoires de la DHAB du Ministère de la Santé et du LSTE de l'Université d'Abomey Calavi, sept (07) échantillons d'eau de consommation, cinq (05) échantillons d'eaux usées industrielles et deux échantillons d'eau de rivière sont prélevés.

Pour les uns (eaux de forage, puits et de rivière), il est question de voir si elles ne sont pas

polluées par d'éventuels polluants du fait de leur proximité avec les usines productrices d'huiles; pour les autres (eaux usées industrielles), il s'agit de déterminer le degré de pollution des effluents industriels.

Ces eaux sont prélevées au moyen des flacons stérilisés en verre de 500 mL pour les analyses bactériologiques et des bouteilles plastiques d'un litre et demi pour les analyses physico-chimiques (planche 3 à la page 89).

Pour les prises d'échantillon de ces eaux de puits, les flacons en plastique ont été rincés à l'eau. Une fois remplis, les échantillons sont étiquetés et placés dans une glacière avec des conservateurs pour être transportés au laboratoire. Les échantillons ont été conservés à 4° C au frais jusqu'à la fin des opérations.

Le prélèvement d'eaux dans les puits a été réalisé à l'aide de puisettes. Aussi, des bouteilles en verre stériles, ont-elles servi pour les échantillons destinés aux analyses bactériologiques. Elles ont été stérilisées à la chaleur humide dans un autoclave à 121° C pendant 30 minutes.

Les échantillons ont été soumis aux analyses physico-chimique et bactériologique. Les résultats obtenus sont comparés aux normes en vigueur au Bénin.

- **Analyses physiques**

Ces analyses concernent la température, le pH, la conductivité, la turbidité et la couleur.

✓ *Potentiel d'hydrogène pH*

Le pH d'une solution est le cologarithme décimal de sa concentration en ion hydronium [H_3O^+; pH = - log [H_3O^+]. Il est un indicateur de l'alcalinité ou de l'acidité de l'eau. Le pH idéal est situé entre 6,5 et 8,5. En dessous, l'eau est corrosive et au-dessus, il y a risque d'entartrage et de mauvaise efficacité du chlore (Assani, 1995). Il est mesuré à l'aide d'un pH mètre.

✓ *Conductivité électrique*

Elle détermine l'ensemble des minéraux présents dans une solution. Sa mesure a été effectuée au laboratoire avec un conductivimètre EC/TDS HI 98 311 et s'exprime en µs/cm ;

✓ *Oxygène dissous*

La qualité d'une eau dépend de sa teneur en oxygène dissous. C'est la concentration d'oxygène gazeux qui se trouve à l'état dissous dans une eau. L'oxygène dissous disponible est limité par la solubilité de l'oxygène qui décroît avec la température et la présence de polluants dans les eaux de rivière. Une faible teneur en oxygène dissous est synonyme d'une forte charge polluante ou d'une température élevée de l'eau. Il est exprimé en mg/L et a été mesurée par la méthode de Winkler.

✓ *Turbidité*

Elle est le premier indicateur de la présence de particules en suspension et dissoutes dans un milieu. Elle a été déterminée par la méthode électrométrique de diffusion de la lumière (NFT 90-033) grâce au turbidimètre Turbiquant 110 IR MERCK et s'exprime en NTU.

A défaut de déterminer ces paramètres in situ conformément à la réglementation ; à cause de la non disponibilité des appareils, la mesure de la turbidité a été prise au laboratoire. Ainsi, la valeur de la température a été prise avec réserve.

- **Analyses chimiques**

Elles ont été faites au laboratoire de la DHAB pour doser l'ammonium, les nitrates, le phosphate, les nitrites, le chlorure, les sulfates, le chlore libre, le fluorure.

✓ *Nitrate et nitrite*

Pour mettre en évidence le nitrate (NO_3^-), on a pris 25 mL d'échantillon d'eau dans une cuve auquel est ajouté le réactif, le nitra ver 5, qu'on a agité pendant une minute avant de l'introduire dans le spectrophotomètre DR 2800 et 5 min après sa valeur s'affiche à l'écran en mg/L.

✓ *Ammonium*

Pour mettre en évidence l'ammonium (NH_4^+), on a pris 25 mL de l'échantillon auquel on a ajouté trois gouttes de minéral stabilisateur dans un premier temps et trois gouttes d'alcool polyvinyle dans un second temps, et après homogénéisation on a ajouté 1 mL de solution Nesler puis 5 min après, on met cela dans le spectrophotomètre et la valeur s'affiche à l'écran en mg/L.

✓ *Chlorure*

Pour mettre en évidence le chlorure (Cl^-), on a pris 10 mL de l'échantillon. On ajoute 0.8 mL de solution de Thiocyanate mercurique et 0.4 mL de la solution d'ion ferrique et 2 min après, on met la cuve dans le spectrophotomètre et la valeur s'affiche à l'écran en mg/L.

✓ *Sulfate*

Pour mettre en évidence le sulfate (SO_4^{2-}), on a pris 25 mL d'échantillon d'eau dans une cuve auxquel on a ajouté le réactif, le sulfa ver 4, qu'on a agité pendant une minute avant de l'introduire dans le spectrophotomètre DR 2800 et 5 min après sa valeur s'est affichée à l'écran en mg/L.

✓ *Phosphate*

Pour mettre en évidence le phosphate (PO_4^{3-}), on a pris 25 mL d'échantillon d'eau dans une cuve. Puis, on a ajouté le réactif, le phos ver 3. On a agité pendant une minute avant de l'introduire dans le spectrophotomètre DR 2800 et 5 min après, sa valeur s'affiche à l'écran en mg/L.

✓ *Chlore libre*

Pour mettre en évidence le chlore (Cl_2) libre, on a pris 10 mL d'échantillon d'eau dans une cuve auquel on a ajouté le réactif, la DPD libre, qu'on a agité pendant une minute avant de l'introduire dans le spectrophotomètre DR 2 800 et 3 min après sa valeur s'affiche à l'écran en mg/L.

✓ *Fluorure*

Pour mettre en évidence l'ion fluorure (F^-), on a pris 10 mL de l'échantillon auquel on a ajouté 4 mL de réactif de SPADNS. Puis 1 min après, on l'introduit dans le spectrophotomètre puis sa valeur s'est affichée à l'écran en mg/L.

- **Analyses bactériologiques**

Les analyses bactériologiques qui ont été effectuées concernent la détermination des coliformes totaux, Escherichia coli et streptocoques fécaux. Les méthodes de recherche et de dénombrement des germes utilisées sont celles de référence retenue par la norme. Les coliformes sont recherchés simultanément avec Escherichia coli (37° C) sur le milieu Chrom Agar, sur lequel ils donnent des colonies de couleur rose et Escherichia coli, des colonies de couleur bleue. Les streptocoques fécaux (37° C) sont déterminés par la technique d'ensemencement dans la masse avec le milieu Slanetz et Bartley. Le dénombrement a été fait par comptage des petites colonies rouges, marron ou roses dans chaque boîte et les résultats sont alors exprimés en nombre de germes.

- **Analyses de paramètres organiques de pollution**

Les analyses des paramètres spécifiques de pollution effectuées concernent la demande chimique en oxygène, la demande biologique en oxygène, le carbone organique total et l'azote kjeldhal.

Les matières en suspension (MES) ont été déterminées selon la méthode par filtration (NFT 90-105-1 remplacé par EN 872) avec des filtres en microfibres de verres 693, VWR de 1,2 µm. Le séchage à 105° C a été effectué avec une étuve VWR DRY-Line. La formule de la teneur dans les eaux usées en MES a été donnée par l'expression en g/L ou mg/L :

MES = (M1-Mo)/V. Avec :

- Mo : la masse de la membrane ;
- M1 : la masse sèche et ;

- V : le volume de l'échantillon filtré.

Les différentes masses ont été pesées à l'aide d'une balance électronique VWR Science Education de précision 1 mg.

La demande chimique en oxygène (DCO) exprime la quantité d'oxygène (en mg $O_2.L^{-1}$) équivalente à la quantité de bichromate de potassium nécessaire pour oxyder (en milieu acide, à reflux pendant 2 heures, en présence de catalyseur) les matières oxydables (matières organiques biodégradables ou non). Elle a été réalisée selon la norme AFNOR en vigueur (NFT 90-101) par une méthode alternative (méthode volumétrique de titrage du dichromate résiduel par le sel de Mohr). Cette méthode analytique est adaptée pour le dosage de la DCO dans la gamme de mesure allant de 30 mg/L à 700 mg/L pour des échantillons non dilués.

La demande biologique en oxygène (DBO) est la quantité d'oxygène nécessaire aux micro-organismes pour assurer l'oxydation et la stabilisation des matières organiques (en milieu neutre, oxygéné, non limitant) biodégradables. Cette analyse a été réalisée selon la norme AFNOR en vigueur (NFT 90-101) par la méthode manométrique (emploi des Oxitop WTW qui enregistrent les valeurs de la DBO de 1 à 5 jours).

L'azote total kjeldhal (NTK) a été dosé après minéralisation au sélénium, suivant la norme NF EN 25 663 (Janvier 1994) et est exprimé en mg/L.

Les nitrates, les nitrites et le phosphate ont été déterminés par la méthode spectro photométrique grâce au spectrophotomètre d'absorption moléculaire (DR 2800) et sont exprimés en mg/L.

Les Acides Gras Volatils (AGV) ont été déterminés par une méthode potentiométrique sur une prise d'essai de 25 mL avec un pH ajusté à 03,5 avec H2SO4 (0,1N) ; l'eau usée est ensuite chauffée pendant 3 minutes de manière à dégager le dioxyde de carbone ; la solution est ensuite refroidie à température ambiante et le pH est ajusté avec NaOH (0,1 N) à 4 puis à 7 et est exprimé en mg/L ou g/L.

L'acidité volatile s'exprime en acide acétique (CH3COOH) soit :

$$[AGV]\ g.L^{-1} = M(CH3COOH)\ g.mol^{-1} \times \frac{[NaOH]\ mol.L^{-1}(V2-V1)}{Ve}$$, avec :

- [AGV]: Concentration AGV en ($g.L^{-1}$) ;
- M(CH3COOH): masse molaire moléculaire de l'acide acétique ($M=60\ g.mol^{-1}$) en ($g.mol^{-1}$) ;
- [NaOH] $mol.L^{-1}$: Concentration molaire de la soude (ici égale à 0,1 $mol.L^{-1}$) ;
- V_2 : Volume total de soude versé (mL) ;
- V_1 : Volume de soude à pH= 4 (mL) et ;
- Ve = Volume de l'échantillon prélevé (mL)

✓ *Huiles et graisses*

Elles ont été déterminées par la méthode d'extraction liquide-liquide. La méthode a consisté à prendre un volume V d'eau à analyser que l'on extrait à l'aide d'une ampoule à décanter avec un solvant organique. Le volume V de solvant récupéré contenant les huiles et graisses est ensuite évaporé à l'ébullition. Le résidu obtenu après évaporation est pesé. Soit M la masse trouvée (mg), le taux des huiles et graisses est donné par la $T_{(H-G)} = (1000\ M)/V$ avec $T_{(H-G)}$ en mg/L

4-4-2-4 Analyse des échantillons de sol

Les déchets de la SHB et de Fludor déversés sur les sols ont des effets sur leur physique et leurs compositions chimiques. La détermination de ces modifications induites par les déchets des huileries passe par l'analyse physico-chimique de ces sols. Ainsi, les échantillons de sols prélevés (tableau V) ont été analysés au Laboratoire des Sciences du Sol, Eaux et Environnement (LSSEE) du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey/INRAB).

Tableau V : Echantillon des sols

	Localisation	Caractéristiques	Coordonnées	
			X	Y
S1	Cana à côté de Fludor	Sol recevant des poussières industrielles	400439	785101
S2	Sogba derrière la SHB	Sol de maraîchage à Sogba, irrigué avec effluent industriel	395045	793045
S3	Sol de maraîchage arrosé par l'eau de forage de Zoungo	Sol de maraîchage situé à proximité des déchets SHB	394807	794472
S4	Saclo	Sol Témoin	397346	789228
S5	Cendre de coton de la SHB à Zoungo	Cendre de déchets solides abandonnés	395168	794572
S6	Parcelle occupée par la cendre de déchets face Fludor	Cendre de déchets solides de Fludor abandonnés	400187	785450

Source : Enquête de terrain, 2014

Les analyses ont porté sur la granulométrie, le taux de carbone organique (C), le pH, l'azote total (N), le phosphore assimilable, le potassium, le calcium (Ca) et le magnésium (Mg) échangeables. Les méthodes d'analyse en laboratoire utilisées varient selon les éléments recherchés.

Avant toute analyse, les échantillons de sol ont été d'abord séchés. Le séchage est fait à l'ombre (à l'abri du soleil pour éviter la perte d'éléments volatiles) pendant environ une semaine pour que toute l'eau soit évaporée. Ensuite, le sol est pesé, émietté, tamisé à 2 mm (terre fine) et conservé dans un tissu approprié. Le refus est pesé et son pourcentage est évalué avant d'être stocké.

- **Granulométrie**

La granulométrie m'a permis de déterminer dans un échantillon de sol le pourcentage de sable, de limon, d'argile et de matière organique. Cette granulométrie est déterminée par la méthode internationale modifiée par l'emploi de la pipette Robinson qui comporte les phases suivantes :

- une phase de destruction de la matière organique par le traitement à l'eau oxygénée ;

- une phase de dispersion qui met en œuvre l'élimination des ions floculants, l'adjonction d'un produit stabilisant et l'agitation mécanique par retournement. Il a été utilisé

ici l'hexamétaphosphate de sodium qui s'est révélé très efficace, même pour les métaux difficilement dispersables ;

- une phase de séparation et de tri des particules par sédimentation et prélèvement à la pipette de Robinson pour les fractions d'argile, de limon et de sable.

- **pH**

Il s'agit de la détermination du pH eau et pH KCl. La détermination du pH se fait à l'aide du pH-mètre à l'électrode de verre. Le tableau VI présente les différentes interprétations des valeurs du pH.

Tableau VI : Différentes valeurs du pH

Valeurs de pH	Qualification
< 4,5	Extrêmement acide
[4,5-5,0]	Très fortement acide
[5,1-5,5]	Fortement acide
[5,6-6,0]	Moyennement acide
[6,1-6,5]	Faiblement acide
[6,6-7,3]	Neutre
[7,4-7,6]	Légèrement alcalin
[7,7-8,4]	Modérément alcalin
[8,5-9,0]	Fortement alcalin
> 9,1	Très fortement alcalin

Source : Igué, 1995

- **Matière organique**

La teneur en matière organique est déterminée par le produit du pourcentage de carbone du sol et du facteur de conservation 01,72 (%C x 01,724=MO). Le carbone est déterminé par la méthode Walkey et Black qui comprend deux phases :

- l'oxydation du carbone par un mélange de bichromate de potassium et d'acide sulfurique en admettant que l'oxygène consommé soit proportionnel au carbone que l'on veut doser ;

- la titration ou le dosage de l'excès de bichromate de potassium par le sel de Mohr en utilisant la diphénylamine comme un indicateur d'oxydoréduction.

- **Azote total**

L'azote total est déterminé à la suite de la minéralisation avec l'acide sulfurique (H_2SO_4). La distillation se fait en présence de la soude (NaOH) et le dosage de l'azote ammoniacal par H_2SO_4 à 1 N.

- **Cations échangeables**

Les cations échangeables sont déterminés en deux séquences après l'extraction par saturation du sol à l'acétate d'ammonium :

- le dosage par la titration de Ca^{2+} et de Mg^{2+} avec l'éthylène diamine tétra-acétique en présence de la soude, du cyanure de potassium et du Murexide ;

- le dosage par la photométrie de flamme de Na^+ et de K^+.

- **Taux de saturation (V) et somme des bases échangeables (S)**

Le taux de saturation est déterminé par le produit du rapport S/T et d'un réel 100 : V = (S/T)* 100 où S est la somme des bases échangeables ($Ca^{2+,}$ $Mg^{2+,}$ Na^+, K^+) en méq/100g de sol.

- **Phosphore assimilable**

Le phosphore assimilable est déterminé par la méthode BrayI qui comprend les phases suivantes :

- l'extraction après agitation du mélange sol-solution BrayI et ;
- le dosage au colorimètre en présence d'acide ascorbique et du molybdate d'ammonium après un léger chauffage au bain-marie à 80 °C.

4-4-2-5 Evaluation du niveau sonore dans les huileries

La quantification des bruits émis par les unités de production de Fludor est identifiée par un sonomètre de marque *voltcraft* et de puissance SL-200.

La démarche adoptée a consisté à prendre en plusieurs points d'un atelier, le marquage de cet appareil et à le comparer aux normes en vigueur en République du Bénin.

Des analyses sont faites en référence aux dispositions légales et réglementaires suivantes :

- les données obtenues à l'intérieur des ateliers sont comparées aux normes exigées par l'arrêté n°126/MFPTRA/DC/SGM/DGT/DST du 27 mars 2006 portant réglementation du bruit en milieu de travail au Bénin.

- les mesures prises aux entourages de l'usine sont comparées aux dispositions du décret n° 2001-294 du 08 août 2001 portant réglementation du bruit en République du Bénin.

L'intersection entre sources d'impacts et composantes du milieu détermine la nature de l'impact qui sera désignée par les signes plus (+) et moins (-) indiquant respectivement les impacts positifs et ceux négatifs.

4-4-2-6 Méthode d'évaluation d'impacts environnementaux des huileries

Plusieurs méthodes sont employées pour évaluer les nuisances environnementales de la SHB et de Fludor Bénin. Elles vont de l'utilisation de simples modèles à des analyses de résultats d'enquêtes et de laboratoire. Ces derniers concernent :

- ***Les méthodes d'analyse impact environnemental par la matrice de Léopold***

Dans le cadre de la présente étude, la matrice de Léopold (1971) (tableau VII) a été utilisée. Le couplage de cette matrice de Léopold avec les déchets susceptibles de dégrader les composantes de l'environnement, a facilité l'identification des ressources du milieu naturel qui ont été affectées par le fonctionnement des huileries SHB et Fludor. Cette analyse a permis de faire ressortir les seuils d'équilibre d'un milieu.

Tableau VII : Identification des impacts environnementaux de la SHB et de Fludor

Milieu impactés	Métaux lourds	CO_2	NO_X	Poussière	Déchets des huileries				
					Gâteaux de terre	Cendres	Coque de coton	Acide gras	Eaux usées industrielles
Air									
Sol									
Eau									
Végétation									
Voisinage									
Site									

Source : Adapté de Léopold, 1971.

Par ce modèle, il a été évalué dans le cadre de l'analyse environnementale, les effets du fonctionnement des industries sur les composantes du milieu récepteur. A cet effet, chaque élément du milieu a été croisé avec les fonctions des usines. La clarification conceptuelle utilisée dans le cadre de ce travail relative aux définitions qui tiennent compte de la nature de l'impact (direct ou indirect), de son étendue (ponctuelle, locale ou générale) et de sa durée (temporaire ou permanente). Le critère positif (+) ou négatif (-) permet de déduire l'intensité ou l'ampleur de l'impact du déchet industriel sur l'environnement.

Après cette analyse, les impacts les plus significatifs et les propositions de mesures sont synthétisés sous forme d'un tableau simplifié (page 157).

- ***La méthode d'analyse d'impacts environnementaux des déchets par le modèle PEIR***

Les résultats de la présente recherche ont été aussi analysés à l'aide du modèle PEIR (Pression, Etat, Impact, Réponse) (figure 16).

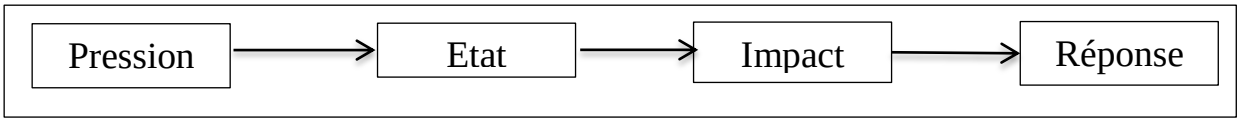


Figure 16 : Modèle d'interactions entre déchets industriels, impacts environnementaux et réponses (actions) des populations

Ce modèle a permis de déterminer l'effet du fonctionnement des huileries et des modes de gestion de leurs déchets sur l'environnement physique et humain de Bohicon et de Zogbodomey. De façon pratique, il est identifié d'abord l'état de base (situation de base existant avant l'intervention des facteurs de pression) ensuite les pressions (forces agissantes et ayant induit des changements dans un état habituel), les impacts (dommages et risques dus aux changements intervenus) et les réponses (mesures correctrices pour atténuer les impacts négatifs et maximiser ceux positifs).

- ***La méthode d'évaluation des niveaux de fertilité des sols recevant les déchets industriels***

Les niveaux de fertilité des sols ont été déterminés à partir de la fertilité chimique et de la fertilité physique (Igué *et al.,* 2014). La fertilité chimique des sols étudiés a été définie à partir

des classes de fertilité chimique regroupées dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Critères d'évaluation des classes de fertilité chimique des sols

Caractéristiques	Fertilité			
	Elevée (sans limitations)	Moyenne (limitations moyennes)	basse (limitations Sévères)	très basse (limitations très sévères)
Matière organique (%)	> 2	1-2	0,5-1	< 0,5
Azote total (%)	> 0,08	0,04-0,08	0.03-0.04	< 0,03
P ppm (Bray $_1$)	> 20	20-10	10-5	< 5
K (méq/100 g de sol)	> 0.4	0,4-0,2	0,2-0,1	< 0,1
Sbase (méq/100 g de sol)	> 10	10-5	5-2	< 2
pH	5,5-6,5 6,5-8,2	5,5-5,3 8,2-8,3	5,3-5,2 8,3-8,5	< 5,2 >8,5

Légende : **N** = azote ; **P** = phosphore ; K = potassium ; Sbase = somme des bases

Source : Igué *et al.,* (2015) ; Igué et *al.,* 2013

La variation de la fertilité des sols est influencée par l'effet induit par l'apport des macroéléments (N, P et K) contenus dans les déchets des huileries utilisés comme de fertilisants renforçant les terres. Cependant, les polluants contenus dans les déchets peuvent dégrader les sols qui sont pendant longtemps exposés aux déchets industriels. C'est le cas des sols inondés par les eaux usées industrielles qui conduisent à la baisse de fertilité, à cause de l'apport excessif de soude qu'elles contiennent (Soclo, 2008).

Les classes de fertilité suivantes ont été définies en fonction des limitations en cause et de leur degré d'intensité (tableau VIII): **Classe I:** les sols sont de la classe C I de fertilité lorsque les caractéristiques ne présentent pas ou présentent seulement de faibles limitations, donc **Très bon**; **Classe II:** les sols sont de la classe C II de fertilité lorsque les caractéristiques ne présentent pas plus de 3 limitations modérées et éventuellement associées à de faibles limitations, donc **Bon; Classe III**: les sols sont de la classe C III de fertilité lorsque les caractéristiques présentent plus que 3 limitations modérées et associées à une seule limitation sévère, donc **Moyen; Classe IV:** les sols sont de la classe C IV de fertilité lorsque les caractéristiques présentent plus d'une limitation sévère, donc **Faible** et **Classe V** les sols sont de la classe C V lorsque les caractéristiques présentent des limitations sévères et des

limitations très sévères, donc **Très faible** (Igué *et al.*, 2015).

- ***L'analyse en Composantes Principales***

L'Analyse en Composantes Principales (ACP) a été réalisée avec le logiciel R 3.02 afin d'étudier le lien entre les eaux des puits existant autour des huileries et les paramètres de pollution. L'ACP a été aussi utilisée pour catégoriser les signes cliniques des individus (ouvriers et riverains) exposés aux pollutions industrielles et les agents influençant la pollution induite par les huileries. Grâce à ce logiciel, il a été établi une corrélation entre les différents puits entourant les huileries et les paramètres physico-chimiques d'une part et les signes cliniques déclarés par les ouvriers au cours de l'enquête et les facteurs de pollution de ces huileries d'autre part.

Conclusion partielle

Ce chapitre a fait le point de la démarche méthodologique adoptée pour la collecte des données entrant dans le cadre de cette étude. Il présente le processus de traitement des informations constituées des données empiriques et obtenues de l'analyse des prélèvements aux laboratoires. Ces données ont été analysées avec des logiciels spécifiques (SPSS 18.0, Sphinx 11.0 et R 3.02) et comparées aux études scientifiques réalisées et obtenues dans la documentation portant sur la gestion des déchets de la SHB et de Fludor Bénin.

TROISIEME PARTIE : TECHNIQUE DE PRODUCTION DES DECHETS ET POLLUTION ENGENDREE

Cette partie est structurée en trois chapitres. Son premier chapitre fait la synthèse du processus de production de l'huile végétale et des différents déchets émis. Il est ensuite présenté dans les deux autres chapitres, les impacts des déchets sur l'environnement physique (l'air, l'eau, le sol et la végétation) et sur la santé des populations.

CHAPITRE V : TECHNIQUE DE PRODUCTION ET DECHETS DES HUILERIES

Ce chapitre est consacré au processus de production de l'huile par la SHB et Fludor ainsi qu'aux différents déchets générés pas ces usines.

5-1 Mécanisme de production des huiles végétales

Le processus de trituration des graines de coton s'effectue en plusieurs étapes. La fabrication des huiles végétales brutes comprend deux étapes de transformation à savoir la pression mécanique à froid ou à chaud et l'extraction par solvant organique (souvent par de l'hexane). Pour (Boudrant, 2007). La trituration des graines de coton dans les huileries passe par quatre (4) phases notamment le conditionnement des graines de coton (stockage et ensilage des graines de coton), le nettoyage des graines de coton (délintage, décorticage, et préparation des graines de coton), l'extraction d'huile et son raffinage (Adjobo, 2011). Ainsi, ce processus se résume en trois (3) étapes précisément la préparation de la graine, la presse, le raffinage (Devillers, 2010) (figures 17 & 18).

Le fonctionnement de ces différents ateliers dépend de la chaudière qui envoie de la vapeur d'eau à toutes les autres sections. En plus de ces cellules, la SHB dispose d'une unité de fabrication des aliments-bétail appelée la pelletisation.

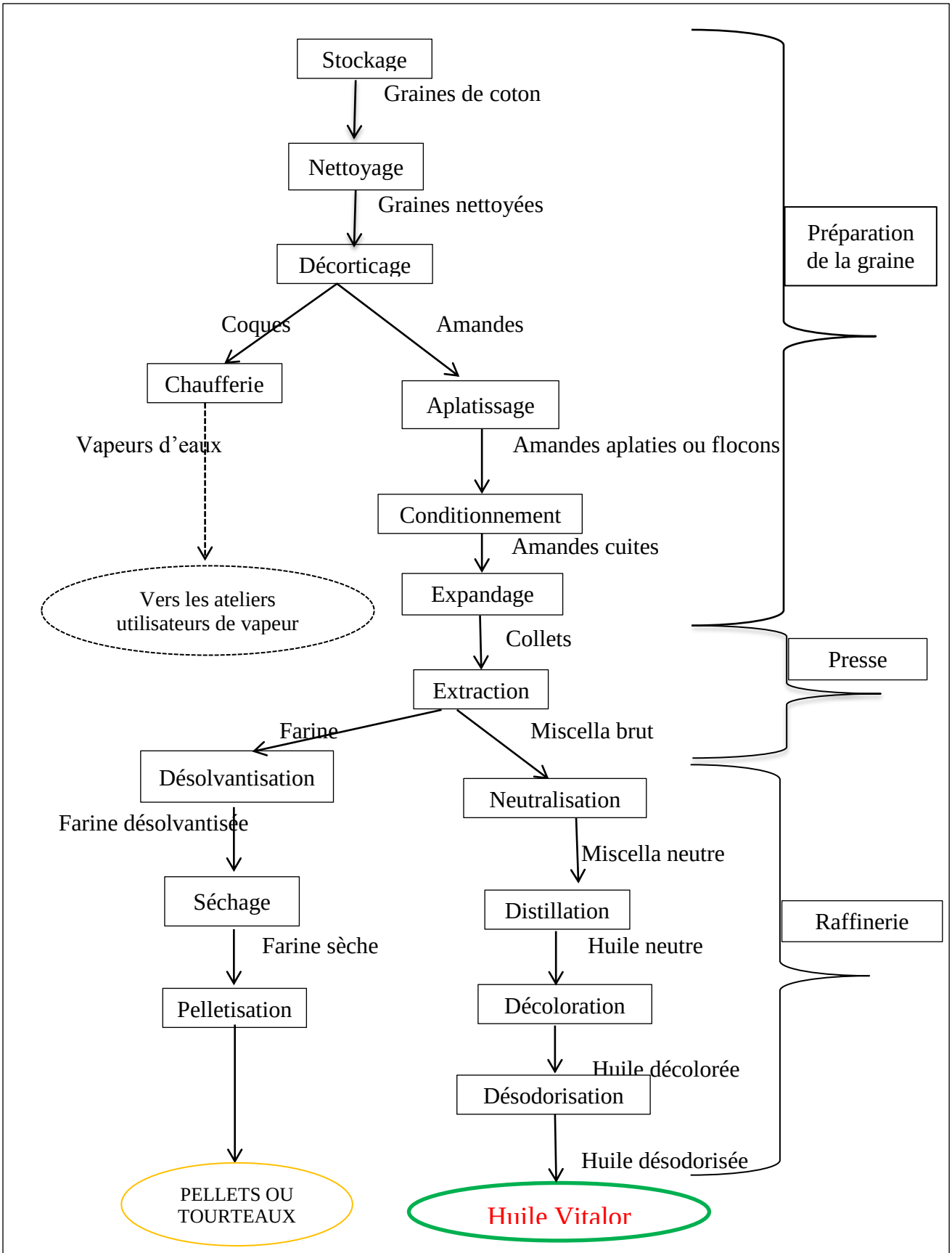


Figure 17 : Processus de fabrication de d'huile végétale vitalor

Source*:* Service Etude Recherche Suivi Contrôle et Qualité de la SHB

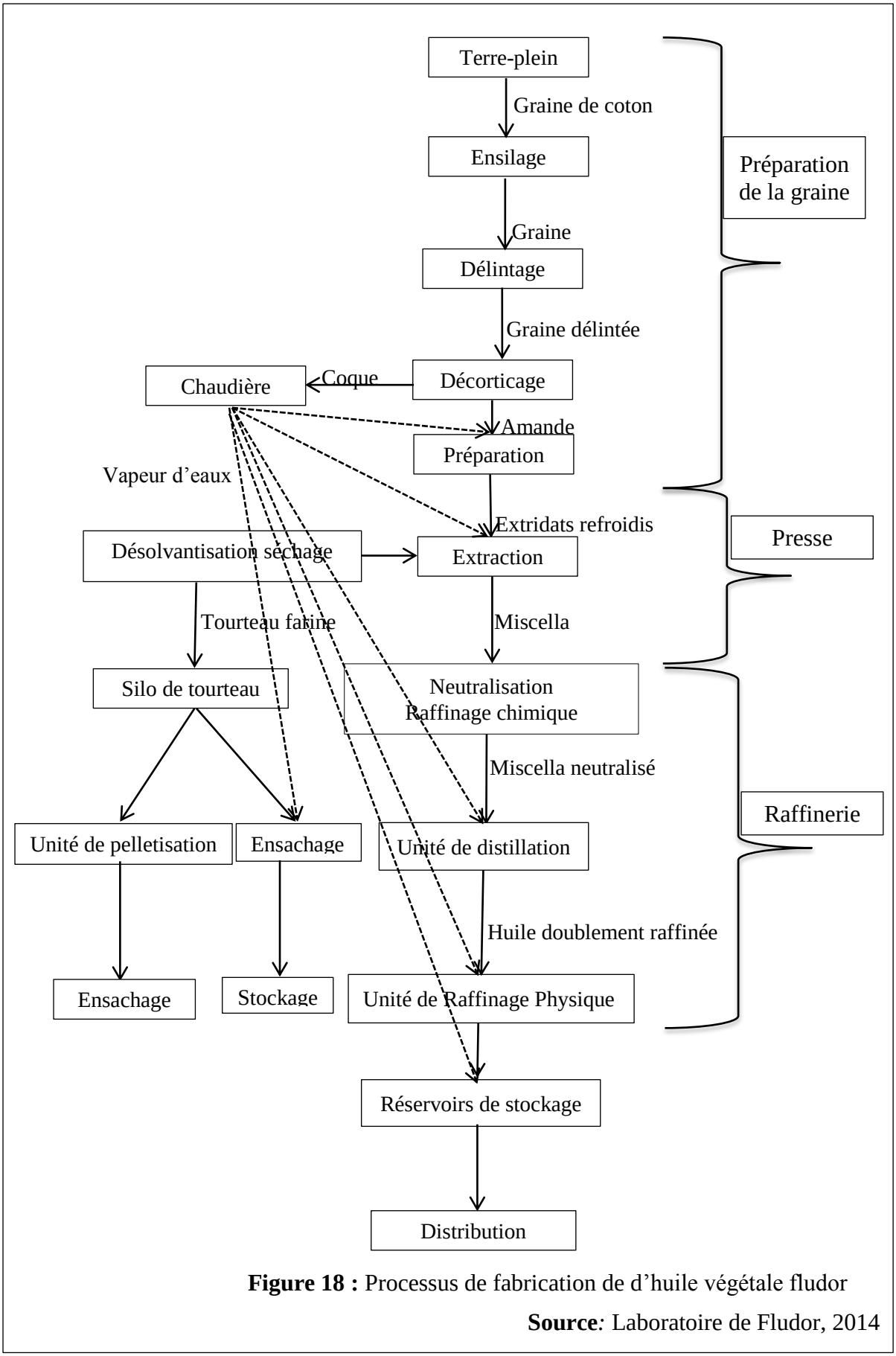


Figure 18 : Processus de fabrication de d'huile végétale fludor

Source*:* Laboratoire de Fludor, 2014

Les figures 17 & 18 représentent les plans d'organisation respectifs des ateliers de la SHB et de Fludor-Bénin. Elles sont réalisées par les ateliers de la préparation de la graine (les unités de nettoyage, de décorticage et de production), de l'extraction et du raffinage (neutralisation, distillation, décoloration et désodorisation). Ces schémas récapitulent les processus suivis par des matières premières des unités ci-dessus. Ces matières premières partent surtout des graines de coton pour finir par les huiles végétales (vitalor ou fludor). En dehors de ces sections, il y a les graphes qui représentent les unités connexes. Il s'agit de la chaudière (chaufferie) et de la pelletisation acquis seulement par la SHB pour la fabrication des aliments pour animaux (pellet, vitanimal).

5-1-1 Atelier de préparation

Les matières premières notamment les graines de coton sont stockées au magasin. Elles sont ensuite ensilées dans un entonnoir installé dans l'enceinte du magasin. Dans ce magasin se trouve la machine qui sert à ensiler les graines de coton (planche 4). L'ensileur est souterrain et permet de convoyer les graines de coton vers les nettoyeurs.



Planche 4 : Machine d'ensilage des graines de coton de la SHB (1) Graines de coton en cours de déversement dans l'ensileur pour le nettoyage à la SHB (2)
***Prise de vues** : Adjobo, juillet 2011 et Guédénon, septembre 2013*

Cette planche montre la machine de l'ensilage. A cette unité, les graines de coton sont déversées dans l'ensileur souterrain par des ouvriers à peine protégés. Dans cette machine, les graines débarrassées de fibres de coton qui ne sont pas égrenées et continuent à entourer la coque. Une fois enlevées, ces fibres appelées "linter" sont récupérées et exportées en Chine pour servir dans l'armement. Elles seraient aussi utilisées pour la fabrication des écrans de téléviseur.

A travers un convoyeur, les graines sont convoyées dans un silo de stockage, puis ensuite vers les nettoyeurs où elles sont débarrassées de toute sorte d'impuretés avant de subir le concassage proprement dit par les décortiqueuses.

Toutes les amandes mélangées à un peu de coques sont envoyées à travers un élévateur dans la section de préparation et l'excès de coques sert de combustibles à la chaufferie pour la production de la vapeur surchauffée. Les coques passent ensuite sur une batteuse pour la récupération des amandes qui se seront échappées.

Les graines de coton sont acheminées vers la zone de fabrication par des transporteurs à chaînes et à vis, et par des élévateurs. Elles sont ensuite convoyées dans des silos. Soutirées des silos par deux extracteurs doseurs, les graines sont débarrassées des corps étrangers éventuels tels que les cailloux, les morceaux de bois, les ferrailles et autres par trois nettoyeurs. Les graines nettoyées sont ensuite décortiquées par deux décortiqueuses. Cette opération permet de cisailler les graines et de séparer par battage et tamisage les coques des amandes oléagineuses.

Les amandes ainsi obtenues sont récupérées par des vis et élévateurs. Elles sont envoyées vers l'aplatisseur, le cuiseur et enfin l'épandeur. Ce dernier a pour but d'agglomérer les amandes en collets qui sont convoyés vers l'extraction par solvant. Les coques, quant à elles sont envoyées vers la chaufferie pour servir de combustible.

Ces amandes sont envoyées dans les aplatisseurs avant d'être convoyées dans les cuiseurs pour être cuites. L'amande subit une pré-cuisson (préparation thermique des amandes par chauffage à 60-65° C et injection de vapeur d'eau), ensuite un aplatissage (broyage des amandes sous une très forte pression hydraulique), et un expandage (formation des collets, à savoir des amandes agglomérées sous formes de petits boudins poreux sous une température de 140-145° C) puis un refroidissement à 40-45° C. Les amandes cuites sont ensuite envoyées pour l'expandage.

5-1-2 Atelier d'extraction-neutralisation

Après refroidissement des collets, ils passent à l'atelier d'extraction. Deux étapes sont à franchir dans cet atelier d'extraction (planche 5-1). Il s'agit de l'extraction de l'huile contenue dans les collets et la neutralisation. Après que les collets sont envoyés à l'extraction on ajoute de l'hexane pour extraire l'huile. On obtient après ajout de l'hexane sur les collets, le miscella brut et la farine. Le miscella brut subit une première distillation (extraction de l'hexane du miscella). Après tout ceci, on l'envoie dans des cuves à miscella (40 % d'hexane et 60 % d'huile brute de densité 0,78 environ) à la neutralisation pour séparer le miscella avec la soude caustique et de l'acide phosphorique.

On obtient du miscella neutre et du savon. On fait une distillation du miscella neutre pour enlever totalement l'hexane qui reste (dégommage de l'huile) et cette huile est renvoyée à l'extraction dans des maturateurs pour y séjourner pendant 20 min. Le maturateur sépare les corps lourds des corps légers afin d'obtenir de l'huile neutre. L'huile neutre est envoyée à la raffinerie.

5-1-3 Section de raffinage

Le miscella est d'abord envoyé dans l'unité de neutralisation où l'huile est débarrassée des acides gras libres et autres impuretés chimiques. Ensuite ce miscella ainsi traité est renvoyé dans l'unité de distillation pour l'évaporation complète de l'hexane afin d'obtenir de

l'huile neutre. Le produit obtenu est le miscella neutralisé à travers un séparateur centrifugeuse grâce à la soude et l'acide phosphorique. Enfin on procède au raffinage physique de l'huile neutre (planche 5-2).



Planche 5: Atelier de l'extraction des huiles de la SHB (1) ; Section de la raffinerie de la SHB (2)

***Prise de vues** : Guédénon, septembre 2013*

La planche 5-1 montre l'atelier de l'extraction, le lieu où est extraite la matière grasse contenue dans les collets avec l'ajout de l'hexane. En chauffant le miscella, l'hexane s'évapore et laisse l'huile brute. La seconde photo présente le lieu de raffinage de l'huile neutre. Cette huile est décolorée, désodorisée et raffinée. Grâce à la terre décolorante, l'huile est débarrassée de toutes ces impuretés, accumulées dans les gâteaux de terres. Ces sacs contiennent de gâteaux de terres issus de tonsils (terres décolorantes) utilisés pour purifier l'huile neutre. Cette huile doublement raffinée sera envoyée dans les réservoirs de stockage et conditionnée dans des emballages ou chargée en vrac dans les camions citernes.

Mais, il est à noter que lorsque le stockage des graines de coton est mal fait, cela engendre l'humidité des graines (source des odeurs, et de prolifération des insectes et des incendies).

5-1-4 Atelier de pelletisation

Contrairement à Fludor, la SHB dispose d'une unité de pelletisation qui produit des aliments de bétail. La farine obtenue à l'extraction subit une désolvantisation (récupération de

l'hexane contenu dans la farine par chauffage sous vide, suivi de la condensation des vapeurs produites). Cette farine subit un séchage, en vue de la réduction de son taux d'humidité, et sert d'aliment pour le bétail et la volaille. La farine convoyée vers les presses, mélangée avec les coques de coton, subit des transformations et sort sous forme de produits finis (farines, aliment-bétail, pellets) suivant le besoin de la clientèle et sont emballés dans des sacs de 50 kg selon chaque type de produit.

5-1-5 Ateliers annexes

5-1-5-1 Chaufferie

A la chaufferie il y a production de vapeur d'eau par la combustion des coques. La matière première qui entre en jeu est la coque de coton et le résidu obtenu est la cendre de coque, la vapeur d'eau obtenue est distribuée dans tous les ateliers sauf celui de décorticage et celui de nettoyage.

5-1-5-2 Laboratoire

Le laboratoire est l'un des ateliers clés des usines. Il analyse les échantillons prélevés à différents niveaux le long de la chaîne de production. Il permet de contrôler l'acidité des huiles et quelques paramètres de l'eau de la chaufferie (le pH, la couleur, etc.). Il réalise des tests de décoloration et détermine la présence de savon au niveau de l'extraction. Les produits chimiques couramment utilisés dans le laboratoire sont l'hexane, la soude, l'acétone, l'acide chlorhydrique, l'acide sulfurique.

5-1-5-3 Infirmerie

La SHB et Fludor Bénin disposent chacune d'une infirmerie qui peut administrer les premiers soins en cas d'accident du travail aux employés et aux travailleurs de l'usine. En cas d'urgence où le mal persiste l'intéressé est conduit à l'hôpital et pris en charge par l'usine.

5-2 Typologies des déchets produits par les huileries de SHB et Fludor

Les deux huileries produisent aussi bien des déchets solides, liquides que gazeux.

5-2-1 Huileries et production des déchets solides

L'identification des déchets solides se fait tout au long de la chaîne de production. Et à chaque atelier de production correspond un type de déchet. Ces déchets sont constitués des fibres de linter et des coques qui enveloppaient l'amande des graines de coton. L'amande des graines de coton en est débarrassée lors de l'ensilage et du décorticage.

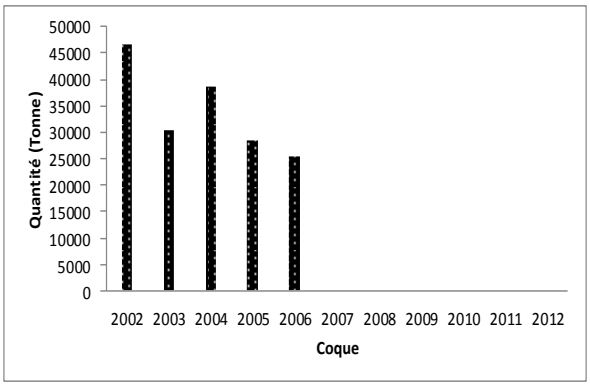
Les coques sont les déchets solides les plus produits par les huileries (figure 19). Elles sont rejetées au niveau des décortiqueuses. Une bonne partie de ces coques est déversée à l'air libre avant d'être réemployée par les chaudières pour devenir de la cendre (planche 6- 1&3). En plus de ces déchets solides, les huileries produisent du gâteau de terre (planche 6- 4).

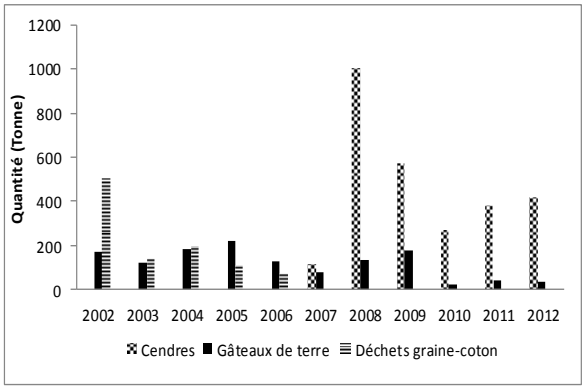
Le gâteau de terre est le résidu de déchets issus de la terre décolorante introduite dans le décolorateur (raffinerie) après le dégommage de l'huile neutre. Le rôle de la terre décolorante est de capturer des pigments, des traces de savon et celles de gomme qui demeurent dans l'huile neutralisée. Ainsi, le gâteau de terre contient des substances chimiques comme l'hexane, des pigments qui rendent difficile la possibilité de sa valorisation directe (Glessougbé, 2013).



Planche 6: Les coques issus de la décortiqueuse de Fludor et abandonnées à l'air libre avant d'être utilisée par la chaudière (1) ; Déchets de graines de coton évacués de la SHB et brûlés dans la nature à Siliho (2) ; Cendre produite par la chaudière à partir l'incinération des coques utilisées comme un combustible (3) et la terre décolorante issue de raffinerie (4)
***Prise de vues** : Guédénon, septembre 2013*

Cette planche montre un ensemble de déchets solides issus du fonctionnement des huileries (figure 19). Jadis abandonnée comme déchets incinérés, une grande partie des coques (planche 6- 1 & 2) est employée par la chaufferie comme combustible. Le reste des coques produites par les deux huileries est vendu à la SCB Lafarge qui l'utilise abondamment dans sa chaufferie. La cendre, ce sont les déchets issus de la chaudière après l'incinération des coques (planche 5-3).

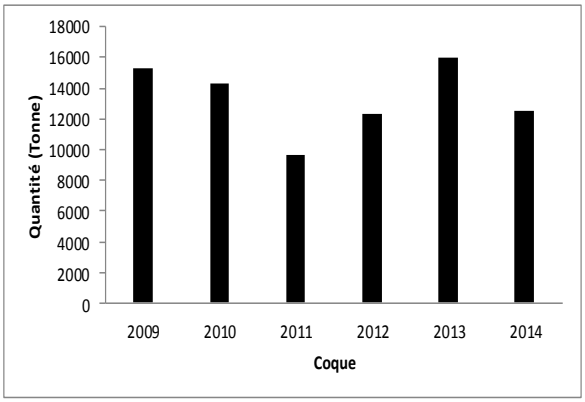


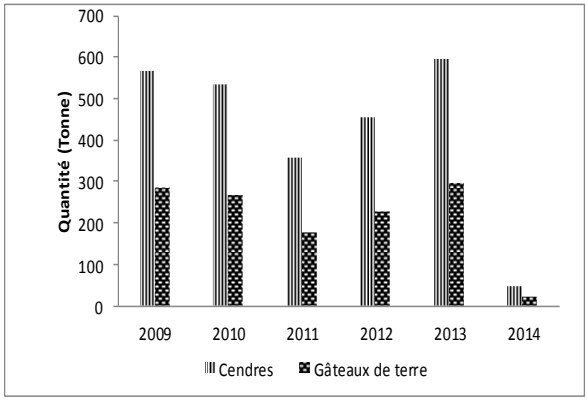


(A) Coques produits ; (B) : Autres déchets solides produits

Figure 19 : Déchets solides produits par la SHB

L'analyse de la figure 19 montre que la SHB a produit de 2002 à 2012 environ 170 053,78 tonnes de coques et 1 296,58 de gâteaux de terre et 1 032 tonnes de déchets solides. Mais à partir de 2007, grâce à de nouvelles technologies, les coques qui constituaient le principal déchet rejeté dans la nature, sont désormais employées dans les chaudières. Ces coques, réutilisées comme combustibles, sont réduites en cendre par les chaudières. Elles cèdent ainsi leur place aux cendres qui sont déversées dans la nature (figure 20).





(A) Coques produits et ; (B) Autres déchets solides produits

Figure 20 : Déchets solides produits par Fludor-Bénin

Il ressort de ces graphes, qu'en cinq ans de fonctionnement, il y a eu près de 2 777,93 tonnes de cendre qui ont été dégagées par la chaudière de la SHB. Pendant cinq ans de fonctionnement, (2009-2013), Fludor Bénin a dégagé 80 040,35 tonnes de coques, 2 551,99 tonnes de cendre et 1 276,51 tonnes de gâteaux de terre. La terre décolorante est rejetée après utilisation par les raffineries en gâteaux de terres.

De volumineux déchets solides sont donc produits par les huileries (tableau IX).

Tableau IX : Statistiques descriptives des déchets solides des huileries

	Déchets solides	N	Min	Max	Somme	Moyenne	Ecart type
SHB	Coque	5	25 639,22	46 799,94	170 053,78	34 010,76	8 641,36
	Cendres	6	116,68	1 008,03	2 777,93	462,99	307,49
	Gâteaux de terre	11	19,14	221,45	1 296,58	117,871	67,39
	Déchets graine-coton	5	77	510	1 032	206,49	175,15
Fludor	Cendres	6	45,62	593,90	2 551,99	425,33	204,86
	Gâteaux de terre	6	23,33	296,95	1 276,51	212,75	102,23
	Coque	6	9 604,81	15 989,60	80 040,35	13 340,06	2 341,69

Source : Résultats sous SPSS 18.0

En moyenne 34 010,76 tonnes de coques, 462,99 tonnes de cendre, 117,87 tonnes de gâteaux de terre et 206,49 tonnes de déchets de graines de coton sont produits par an par la SHB. Par contre, Fludor Bénin, a dégagé en moyenne annuellement 13 340,05 tonnes de coques, 425,33 tonnes de cendres et 212,75 tonnes de gâteau de terre. On déduit de ces données que la SHB dégage plus de déchets que Fludor. Une diversité de déchets solides sont produits suivant des étapes de production des huiles (tableau X).

Tableau X : Déchets solides issus de la transformation graine de coton en huile

Etapes	**Fonctionnement**	**Déchets solides**
Stockage	Rangement des sacs dans des magasins et sur des terres-pleins, sous bâches	-
Nettoyage	Elimination des impuretés par tamisage	Déchets graines de coton, poussière, cailloux, ferraille, linter
Décorticage	scisaillage des graines et séparation des amandes des coques par battage et tamisage	Coque, Poussière
Chaufferie	production de vapeur d'eau par la combustion des coques	Cendres
Aplatissage	aplatissage des amandes par des rouleaux en rotation soumis à une forte pression hydraulique	-
Conditionnement	préparation thermique des amandes par chauffage et injection de vapeur d'eau dans un cuiseur	-
Expandage	formation des collets, à savoir des amandes agglomérées sous formes de petits boudins poreux	-
Extraction	extraction de l'huile contenue dans les collets à l'aide d'un solvant (Hexane) dans un extracteur	-

Désolvantisation	Récupération de l'hexane contenu dans la farine par chauffage sous vide, suivi de la condensation des vapeurs produites	-
Pelletisation	Agglomération de la farine sous forme de granulés appelés pellets	Poussière, Linter
Neutralisation	Elimination des acides gras et autres matières indésirables par la soude Séparation de l'hexane et de l'huile Elimination des matières colorantes par utilisation d'une terre décolorante suivie d'une filtration	Gâteau de terre

Source : Laboratoire d'analyse de la SHB

De l'analyse de ce tableau, il ressort que la SHB et Fludor produisent des déchets de graines de coton, de linter et des cailloux, des coques au décorticage, des déchets de tourteaux à la pelletisation, de gâteaux de terre au raffinage. En plus de ces déchets, les huileries produisent de la ferraille. Les infirmeries et la cantine (à Fludor Bénin) installées à l'intérieur des sociétés produisent respectivement des déchets biomédicaux et des ordures ménagères. La section qui émet plus de déchets est le décorticage, ensuite la chaufferie puis la raffinerie.

5-2-2 Déchets liquides produits par la SHB et Fludor-Bénin

Comme toute huilerie, la SHB et Fludor utilisent une importante quantité d'eau pour leur fonctionnement. Ces eaux servent à refroidir les différentes machines. Elles en sont rejetées comme des eaux usées industrielles. Les eaux usées proviennent aussi du rinçage des machines des différents ateliers de transformation et des fûts (figure 21).

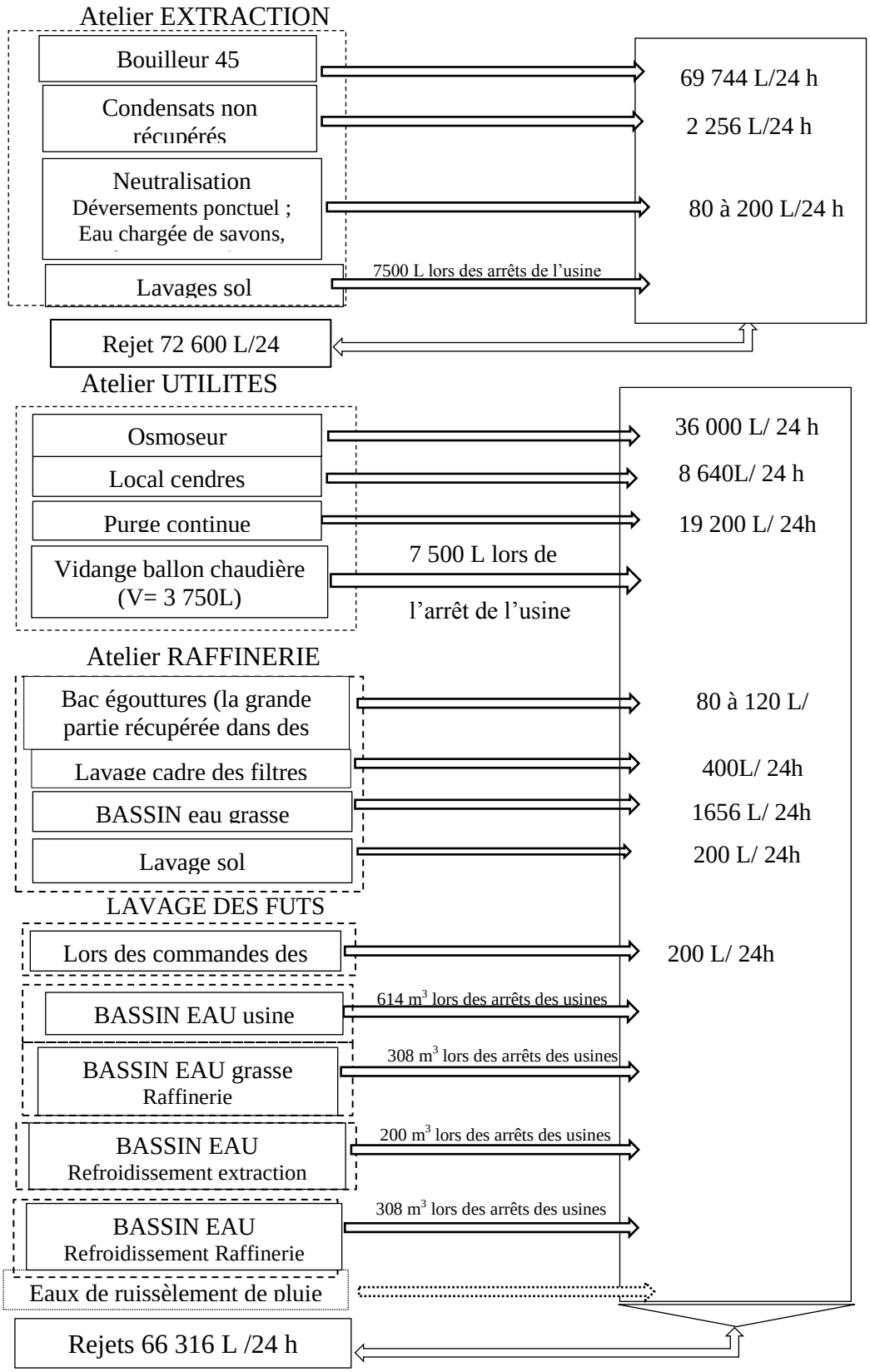


Figure 21 : Production et circuit des eaux usées de la SHB

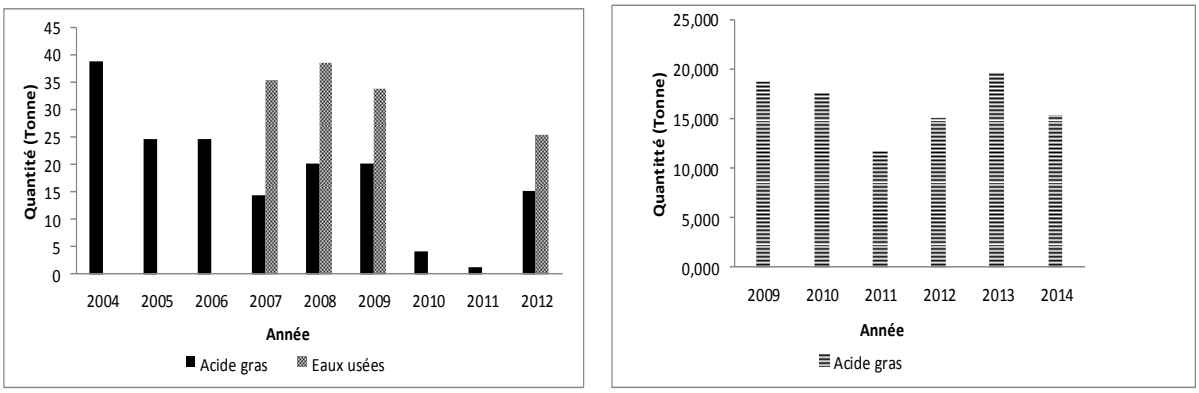
Source*:* Service Etude Recherche Suivi Contrôle et Qualité

De cette figure 21, on déduit que 72 600 L, 63 840 L et 66 214 L d'eaux usées sont produites respectivement en moyenne par jour par les sections de l'extraction, à la chaufferie et à la raffinerie. En plus 100 L de cette quantité d'eau servent au rinçage des machines.

En somme, les effluents industriels des huileries proviennent de l'extraction, de la raffinerie, de la chaudière et du laboratoire.

Les eaux usées industrielles des huileries sont essentiellement des effluents liquides domestiques constitués des eaux pluviales, des eaux des services sanitaires et des cantines de l'usine. Ces eaux chargées de matières grasses et de traces de produits chimiques ne sont pas analysées ni traitées avant d'être rejetées dans la fosse où elles stagnent.

En plus des eaux usées, les huileries produisent également des acides gras et les huiles de vidange comme des déchets liquides industriels à très faible quantité (figure 22). Elles sont conservées dans des tonneaux et des fûts (planche 12) pour être revendues aux fabricants de savons indigènes.



(A) Déchets liquides SHB ; (B) : Déchets liquides Fludor-Bénin

Figure 22 : Déchets liquides produits par les huileries

Il ressort de l'analyse de la figure 22, que plus 133,97 tonnes d'eaux usées et 163,36 tonnes d'acides gras sont rejetés par la SHB entre 2007 à 2012. Par contre Fludor-Bénin produit quant à elle, plus 98,33 tonnes d'acides gras et ainsi que plus de 50 tonnes environ d'eaux usées par semaine.

En plus de ces liquides, ces usines génèrent des huiles usagées et des graisses qui sont aussi issues du rinçage des machines, de la vidange des groupes électrogènes. Ces huiles sont entreposées sous des hangars à l'intérieur de l'usine.

Les huileries produisent également du savon appelé *soapstoak*. Ce savon à la SHB, entre dans la fabrication des produits exportés tels que le tourteau et de l'aliment de bétail. Au niveau de Fludor Bénin, il est recueilli et vendu à des femmes qui fabriquent du savon endogène (*Kpankpan*). Mais par moments, les eaux de ruissellement drainent ce savon, très toxique, dans les eaux des rivières qui nuit aux poissons.

5-2-3 Poussières et fumée industrielle des huileries

Les activités de décorticage et de production de farine constituent les principales sources d'émission de poussière donc de pollution atmosphérique. Malgré le dispositif anti poussière (cyclones et filtres au niveau de la section nettoyage pour la récupération du linter (planche 7-2), mise en place de dépoussiéreurs au niveau de la chaudière pour recueillir les cendres), installé à l'unité de décorticage, il est noté sur l'ensemble du site des dépôts de poussière sur les installations, ce qui montre que ces dispositifs ne sont pas suffisamment efficaces. En effet, on note encore des émissions de poussières au niveau de la trémie d'ensilage, des nettoyeurs et du magasin de pelletisation.



Planche 7: Cheminée de la chaudière dégageant de la fumée à la SHB (1) Sacs à poussières et d'envolées de fibres de coton provenant de la section délintage (2)
***Prise de vues** : Guédénon, septembre 2013*

Cette planche 7 présente d'une part la photo d'une cheminée dégageant une grande quantité de fumée opaque et d'autre part une autre des poches de poussières ; ce qui montre que les huileries sont des sources d'émission de polluants atmosphériques. Les cheminées des huileries émettent d'épaisses fumées qui ne sont pas analysées avant leur rejet et ne font l'objet d'aucun suivi. De même, les déchets qui ne sont pas brûlés par la chaudière constituent une nuisance pour le voisinage qui reçoit à domicile la poussière de la cendre. Cependant, la SHB a par exemple, pallié cela en récupérant le condensat de la chaudière déjà porté à une température élevée, pour être réutilisé, ce qui réduit considérablement la quantité de combustible nécessaire et donc celle des imbrulés.

5-2-4 Odeur

Les odeurs perçues sur le site de la SHB proviennent essentiellement des eaux usées industrielles et de l'unité de pelletisation. Ainsi, une forte odeur de savon sodé a été notée au niveau du bassin de rétention des eaux usées et une odeur de cuisson alimentaire.

5-2-5 Bruit

Les unités émettant du bruit dans les huileries sont celles des nettoyeurs, des décortiqueuses, du groupe électrogène, de l'unité d'extraction, de raffinage et de pelletisation quand il est mis en marche et des soupapes lors des décompressions (tableau XI).

Tableau XI : Quantité de bruit émis dans les différentes sections de Fludor Bénin

Atelier	Expeller	Chaudière	Préparation	Ensillage	Décorticage	Tourteau	Electricité	
							Groupe	SBEE
Bruit (dB)	102,8	83,8	94,1	88,2	94,0	83,7	107,4	70,5
Norme*(dB)	85	85	85	85	85	85		85

*Arrêté n°12/ MFPTRA/DC/SGM/DGT/DST portant réglementation du bruit en milieu de travail au Bénin

En analysant ces valeurs, il est constaté que les unités qui émettent beaucoup de bruit dépassant les normes sont celles de l'expeller (102,8 dB), de la préparation (94,1 dB), de l'ensillage (88,2 dB), du décorticage (94,0 dB), et de la cabine d'électricité (107,4 dB), lorsque le groupe électrogène fonctionne pendant la coupure de courant de la SBEE. Il est à

noter que la quantité de bruits émis dans les bureaux des chefs de services (61,7 dB) n'est pas élevée et est en phase avec la norme définie par l'arrêté n° 12/MFPTRA/DC/SGM/DGT/DST. Le niveau de bruit dans les sections de production est largement au-dessus des normes ; mais en général, le bruit émis est faiblement perçu à l'extérieur des unités, donc a priori non nuisible.

Conclusion partielle

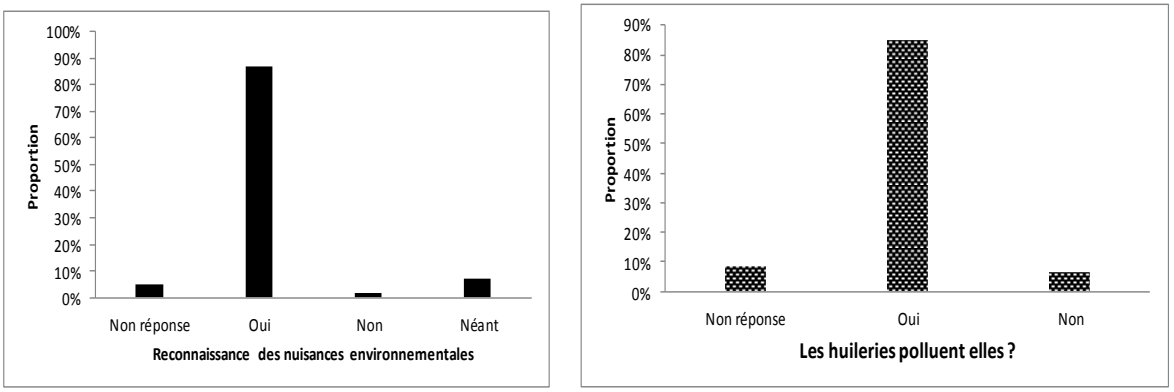
Les usines de la SHB et de Fludor disposent d'un même système de production d'huile végétale. Cependant en dehors du système de production d'huile, la SHB fabrique spécifiquement des aliments pour les animaux. Les matières premières qu'elles utilisent sont les noix de karité, le soja et surtout les graines de coton. Comme toutes industries, elles produisent de volumineux déchets solides, liquides et gazeux. Ces déchets ont d'énormes impacts environnementaux et sanitaires.

CHAPITRE VI : POLLUTIONS ATMOSPHERIQUE ET DES EAUX PAR LA SHB ET FLUDOR BENIN

Les déchets produits par la SHB et Fludor Bénin sont en partie responsables de la dégradation de l'environnement et de sa pollution. Il est question dans ce chapitre d'analyser les impacts des déchets de ces huileries sur l'atmosphère et les eaux (de surface et souterraine).

6-1 Nuisance atmosphérique par les huileries

Les déchets issus du fonctionnement des huileries de la SHB et de Fludor Bénin constituent une véritable source de nuisance atmosphérique. La fumée, la poussière et le bruit émis par ces usines polluent l'air. Cette dégradation est diversement appréciée et dénoncée par les riverains (figure 23).



(A) : Riverain (B) : Ouvrier

Figure 23 : Appréciation de la pollution environnementale

De l'analyse de la figure 23, il ressort que la plupart des riverains des huileries enquêtés (87 %) ont reconnu que la SHB et Fludor Bénin polluent l'environnement. Les ouvriers de ces huileries ont le même avis. La majorité de ces ouvriers (85 %), avouent mener des activités dégradant l'environnement notamment l'atmosphère (figure 24).

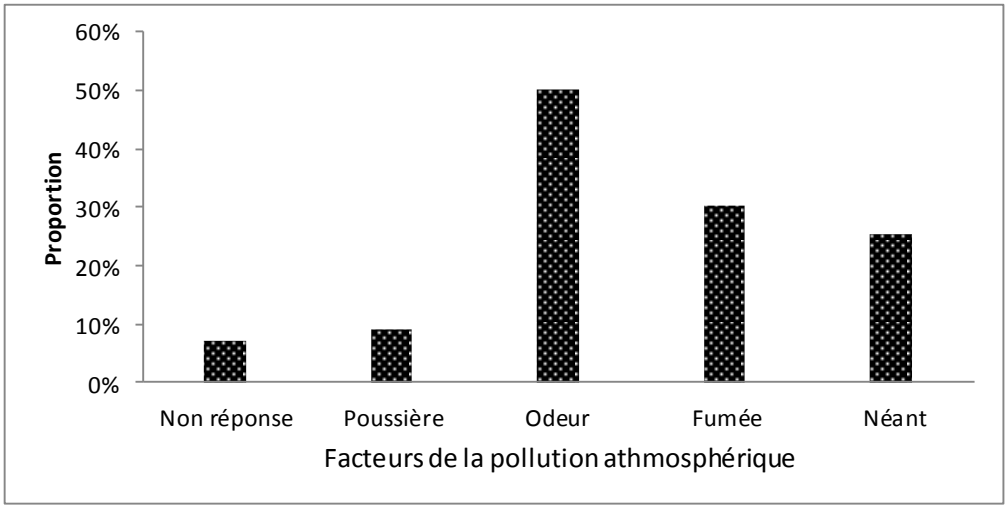


Figure 24 : Facteurs de la pollution atmosphérique dans les huileries

Les facteurs contribuant à la pollution atmosphérique sont, selon les enquêtés, l'odeur, la poussière et la fumée. Ainsi, les 50,20 % des riverains ont affirmé être gênés par les odeurs des huiles qui envahissent l'atmosphère, rendant malsain tout l'environnement industriel au cours des campagnes. De même, environ 30 % des populations interrogées se plaignent d'être troublées par la fumée des cheminées des huileries qui laissent de taches noires sur les linges. Les huileries émettent moins de poussière (09,20 %). La persistance des facteurs de dégradation atmosphérique de l'environnement industriel n'est pas permanente (figure 25).

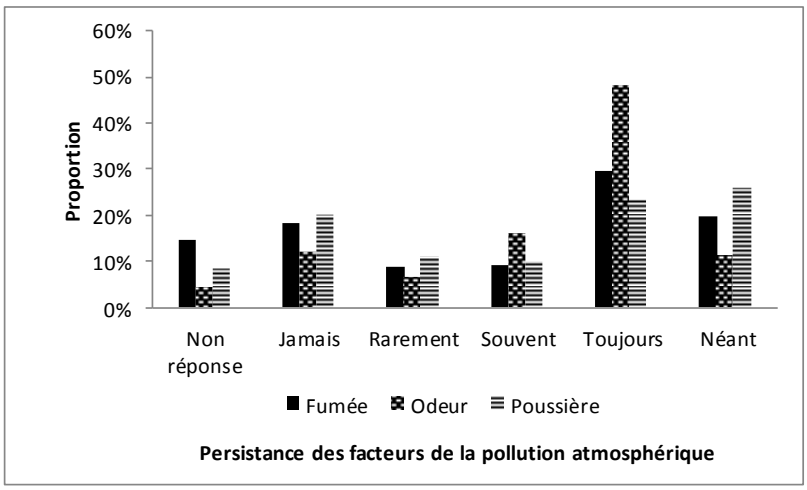


Figure 25 : Appréciation des facteurs de pollution atmosphérique

Il ressort de l'analyse de la figure 25, que 48,50 % des riverains sont toujours exposés aux odeurs émises par les huileries. De même, 29,5 % et 23,7 % des enquêtés ont déclaré

respectivement être toujours gênés par l'émission de la fumée et de la poussière toutes les fois. Seuls 04,70 % des riverains affirment ne pas être exposés aux odeurs suffocantes des huiles contre 08,70 % pour la poussière. Il est déduit de ces résultats que l'air respiré par les riverains contient des matières en suspension dégagées par les huileries (encadré 1).

***Encadré 1** : Manifestation de la pollution atmosphérique, selon les riverains*

Les déchets des graines de coton qui sont exposés sur l'esplanade dégagent des odeurs nauséabondes et puantes. En plus de ces odeurs au cours de la campagne, le vent soulève des particules noirâtres qui irritent nos yeux. Nos aliments sont très souvent couverts par de la poussière qui s'y dépose, de même que les toitures. Les gaz nocifs que dégagent ces déchets indisposent et sont très nuisibles à la santé.

La Radio carrefour a fait plusieurs émissions sur cette huilerie qui pollue énormément et dont les déchets indisposent. L'émission a porté surtout sur les eaux usées qu'elle rejette et qui sont utilisées par des jardiniers. Les consommateurs de ces légumes sont sûrement exposés.

***Source** : Propos d'un riverain, habitant à Honmèho, instituteur à la retraite et membre du comité des riverains du Nord SHB, septembre* 2013

La persistance des facteurs est diversement appréciée par les populations (figure 28). L'appréciation dépend de la proximité des habitations par rapport à l'usine. Leurs effets dépendent aussi de la durée de la campagne de production, des produits chimiques entrant dans la production, de la maintenance des machines et de la nature des matières premières. Ces facteurs sont surtout influencés par les conditions climatiques (tableaux XIII).

En effet, la fumée noire qui se dégage pendant le fonctionnement des usines est, en général la conséquence d'une mauvaise combustion. Aussi, le combustible utilisé par la chaudière pour son fonctionnement est-il la coque. Au cours de son fonctionnement, elle calcine les coques de coton en cendres tout en émettant une forte quantité de chaleur et de fumée. Cette fumée est constituée par le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO_2) et le dioxyde de carbone (CO_2) engendrant une pollution atmosphérique (Nansi, 2005).

L'une des conséquences de l'émission de ces gaz à effet de serre est le réchauffement de l'atmosphère et l'absorption du rayonnement de l'infrarouge émis par les chaudières. Quant à poussière, elle n'est émise que par une seule section, le décorticage. En plus de cette pollution de l'air les riverains sont exposés à la pollution sonore.

6-1-1 Perception de la pollution sonore des huileries

Les installations industrielles constituent l'une des principales sources d'émission de bruit. La perception auditive est fonction de l'intensité sonore et de la fréquence (figure 26).

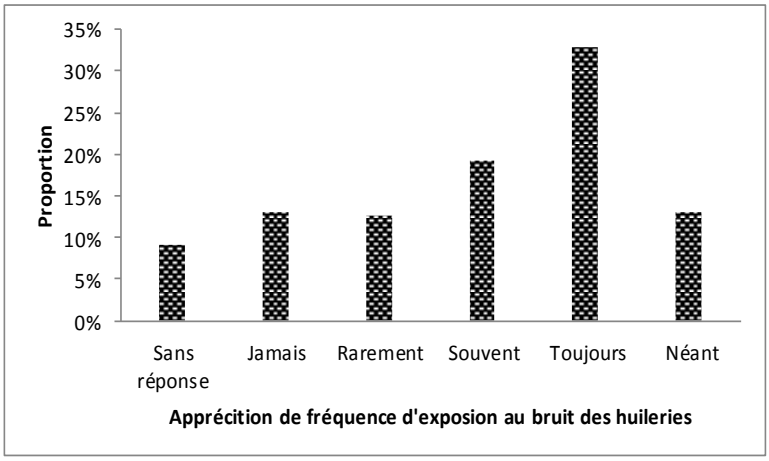


Figure 26 : Appréciation des effets de la pollution sonore

De l'étude de cette figure, on déduit que plus de 32,90 % des personnes interrogées sont gênées par le bruit des huileries de la SHB et de Fludor Bénin contre 09,20 % qui en sont épargnés. Ces déclarations portent à croire que les ouvriers et les riverains interrogés sont exposés aux bruits émis par les usines de la SHB et de Fludor Bénin.

En effet, les valeurs de bruits prises le 14/10/2014 confirment les déclarations des ouvriers enquêtés. Les mesures de bruit relevées à l'intérieur des sections de production de Fludor Bénin, montrent que certaines unités comme l'ensilage et la préparation émettent des bruits qui dépassent la norme. Tous les ouvriers qui y travaillent régulièrement dans ces sections sont exposés à la surdité. Une forte stimulation répétée entraîne une fatigue auditive réversible qui disparaît au repos. Selon le décret n°2001-294 du 08 Août 2001 portant réglementation du bruit en République du Bénin, la perception du bruit comme une source de

pollution tient compte de la zone d'implantation de l'usine et des horaires de son fonctionnement.

6-1-2 Facteurs climatiques influençant la pollution sonore de la SHB et de Fludor Bénin

Plusieurs facteurs influencent la propagation du bruit dans l'environnement industriel. Il s'agit notamment du vent, de la température, de l'humidité, et des précipitations. Selon les données de la station météorologie de Bohicon, obtenues à l'ASECNA, les caractéristiques de ces facteurs climatiques favorisent la dispersion de polluants dans les communes de Bohicon-Zogbodomey (tableau XII).

Tableau XII : Variation de la direction du vent à l'échelle mensuelle

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
2012	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	S	O
2013	N	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	O
2014	SW	O	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW
Normale	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW	SW

Source : Service de météorologie ASECNA Cotonou, 2014

Le vent soufflant dans les communes de Bohicon et de Zogbodomey joue un rôle prépondérant dans l'orientation des gaz, de la poussière, de la fumée et du bruit émis par les huileries. D'autres facteurs climatiques, influençant leur propagation sont comparés aux valeurs normales et rassemblées dans le tableau XIII. Il s'agit de la direction et la vitesse du vent, de l'humidité relative, de la pluviométrie qui perturbent ou intensifient la teneur de ces facteurs de pollution.

Tableau XIII : Paramètre météorologiques influençant la pollution en 2013

	Janvier 2013		Février 2013		Mars 2013		Avril 2013		Mai 2013		Juin		Juillet		Août				Octobre	
	R	N	R	N	R	N	R	N	R	N	R	N	R	R	N	R	R	N	R	N
Pres (HPA)	1010,.3	1010	1009	1009,3	1009,2	1009,1	1010	1009,4	1011,2	1010,7	1012,2	1012,6	1013,3	1012,2	1012,6	1013,3	1012,3	1012,5	1011,5	1011,5
T° mini (°C)	23,6	22,4	25	23,6	25,4	23,9	24,7	23,6	23,9	23,1	23,2	22,2	22,6	23,2	22,2	22,6	22,8	21,7	23,1	22,2
T°moy (°C)	29,7	28 ,4	30,7	29,7	30,6	29,6	29,5	28,7	28,2	27,8	27,4	26,4	26,2	27,4	26,4	26,2	26,7	26	27,6	27
T°maxi (°C)	35,8	34.,4	36,4	35,8	25,8	35,2	34,2	33,8	32,5	32,4	31,6	30,7	29,8	31,6	30,7	29,8	30,6	30,2	32	31,7
Ht P (mm)	0,2	3.6	15,8	28,3	77,7	74,9	112	127,3	133,9	153,2	94	175	126	94	175	126	60,2	140	73	118,8
NJP	1	1	2	2	3	7	11	11	13	13	9	15	11	9	15	11	13	13	7	12
DVD	N	SO	SO	SO	SO	SO	S	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO	SO
Vitesse	2	2	3	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
HRM	87	93	89	94	93	94	94	95	95	96	96	97	96	96	97	96	96	96	96	97
HRm	34	37	38	36	51	44	55	52	64	58	65	63	72	65	63	72	68	62	63	58
Evapo (mm)	178,2	144,3	155	156,5	176	172	156	153,4	104,3	138,2	121,6	114,8	109,8	121,6	114,8	109,8	101,4	103,2	130,2	120,1
DI(h)	208,9	210,8	194	201,6	220,7	204,6	201	204	210,6	210,8	140,1	171	123,2	140,1	171	123,2	134,7	123	209,5	195,3
TV (HPA)	24	24,9	27,3	26,6	29,7	27,9	29,7	28,8	29,4	28,8	28,3	27,8	27,4	28,3	27,8	27,4	27,8	27,5	28,6	27,5
Fréq d'orag	1	8	1	5	11	12	12	15	11	16	10	14	9	10	14	9	8	10	9	14
Fréq de Br	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1
Fréq br Sè	11	6	5	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

R : Relevé ; N : Normale ; Pres : Pression de Mer ; T° mini : Température minimale ; T°moy : Température moyenne ; T°maxi : Température maximale ; Ht P : Hauteur de pluie ; NJP : Nombre de jours de pluie ; DVD : Direction du vent dominant ; Vit : Vitesse de vent ; HRM : Humidité relative maximale ; HRm : Humidité relative minimale ; Evapo : Evaporation BAC (mm) ; DI : Durée d'insolation (h) ; TV : Tension de vapeur (HPA) ; Fréq d'orag : Fréquence d'orage ; Fréq de Br : Fréquence de Brouillard ; Fréq br Sè : Fréquence de brune sèche

Source : Service de météorologie ASECNA Cotonou, 2014

Source : Service de météorologie ASECNA Cotonou, 2014

Les relevés des données climatiques présentées dans les tableaux XII et XIII ci-dessus sont comparées avec les normales climatiques de 1961 à 1990. A part les paramètres climatiques tels que les températures, l'humidité relative minimale et l'évaporation, très excédentaires, la plupart des autres données relevées sont inférieures à la normale. Les relevés climatiques inférieurs à la normale, influenceraient faiblement la variation de la pollution.

Le vent dominant est de direction sud-ouest. Ainsi, les gaz, la fumée, la poussière et le bruit émis par les huileries sont très souvent orientés vers le sud-ouest ; ce qui fait que des localités situées dans cette direction sont les plus exposées à la pollution atmosphérique (figure 27 & 28).

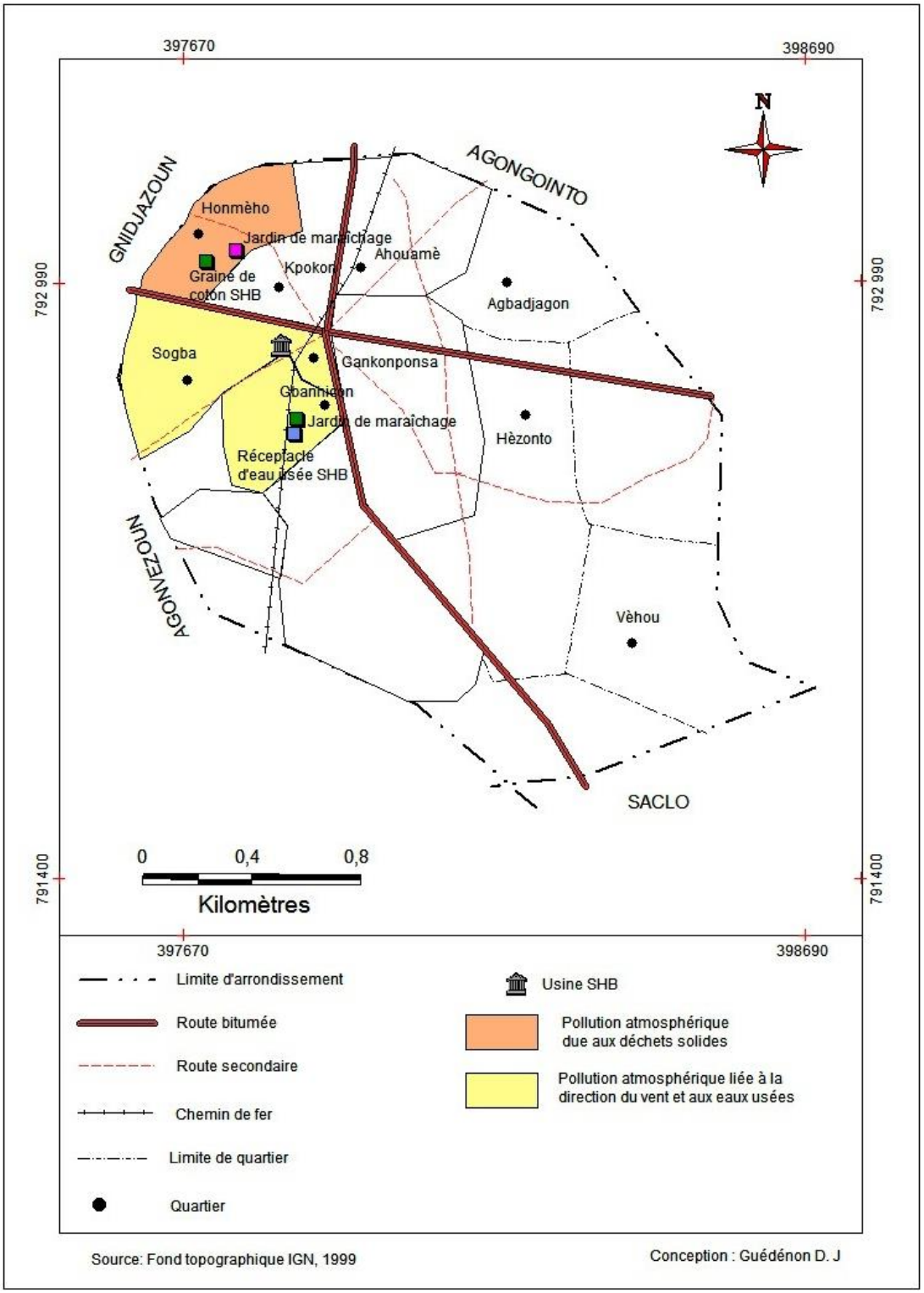


Figure 27 : Aire de pollution de la SHB dans l'arrondissement de Bohicon 2

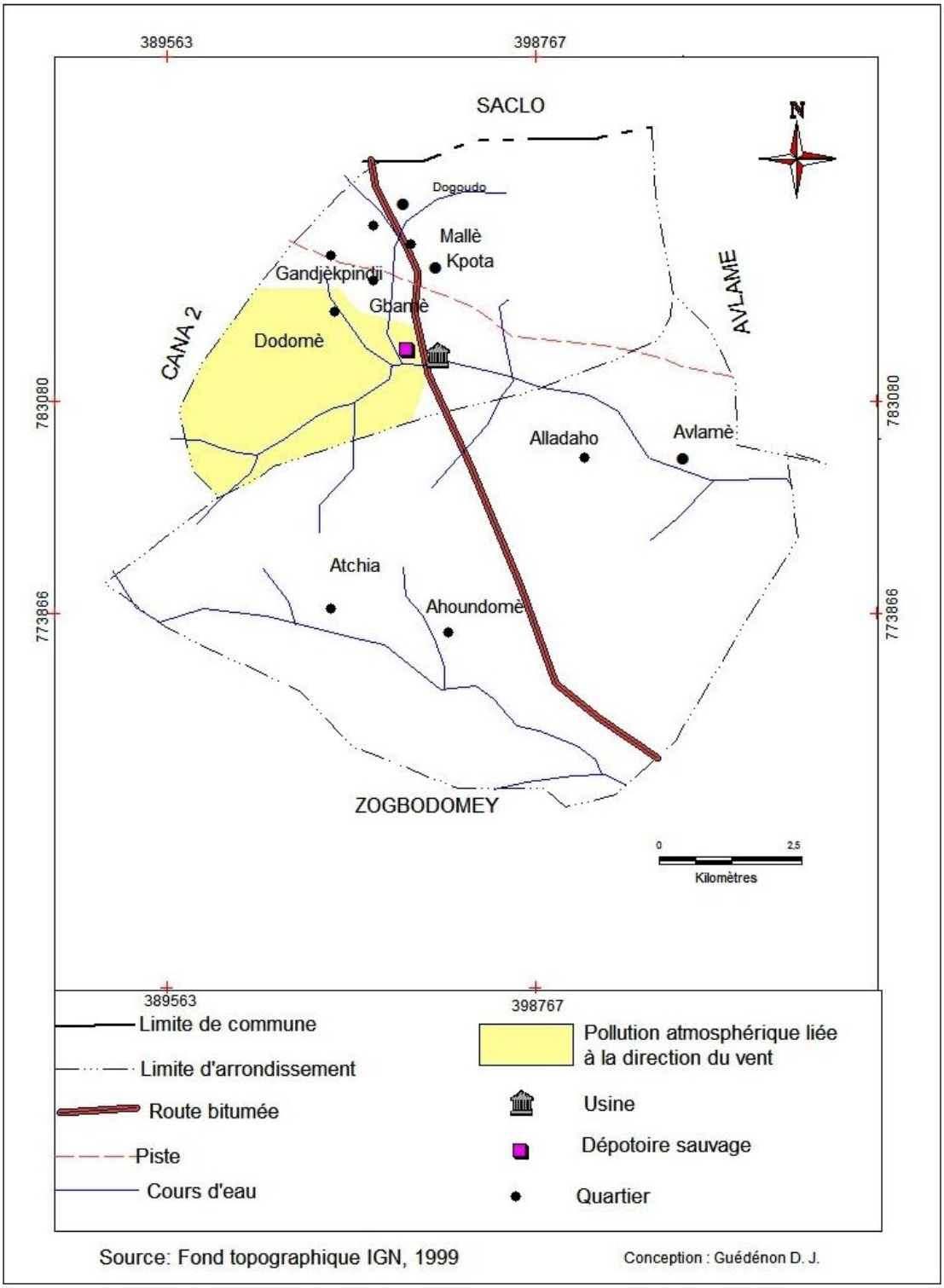


Figure 28 : Aire de pollution de Fludor Bénin dans l'arrondissement de Cana

Des figures ci-dessus, il ressort que les polluants de la SHB, influencés par les paramètres climatiques affectent beaucoup plus les quartiers de Sogba et Honmèho. Quant à l'huilerie de Fludor, ses déchets et polluants exposent le village de Dodomè à la pollution, de même que les rivières Hlan et Vêtênou. La santé des populations de Hlanhonou et de Agbogbohonou consommant et utilisant à diverses fins les eaux de ces rivières (04,83 % des enquêtés) est aussi menacée. De plus, cette huilerie est située au début d'une zone inondable, qui est le bas-fond Logoéssé, un écosystème très menacé par la pollution, où la nappe phréatique est plus basse (figure 17).

6-2 Effets des effluents des huileries sur les eaux de surface et souterraine

6-2-1 Caractéristiques des eaux usées de la SHB et de Fludor

La perception exprimée par les enquêtés témoigne des effets des eaux usées sur l'environnement. Pour la plupart ces enquêtés, les effluents des huileries ont des impacts sur l'environnement (figure 29).

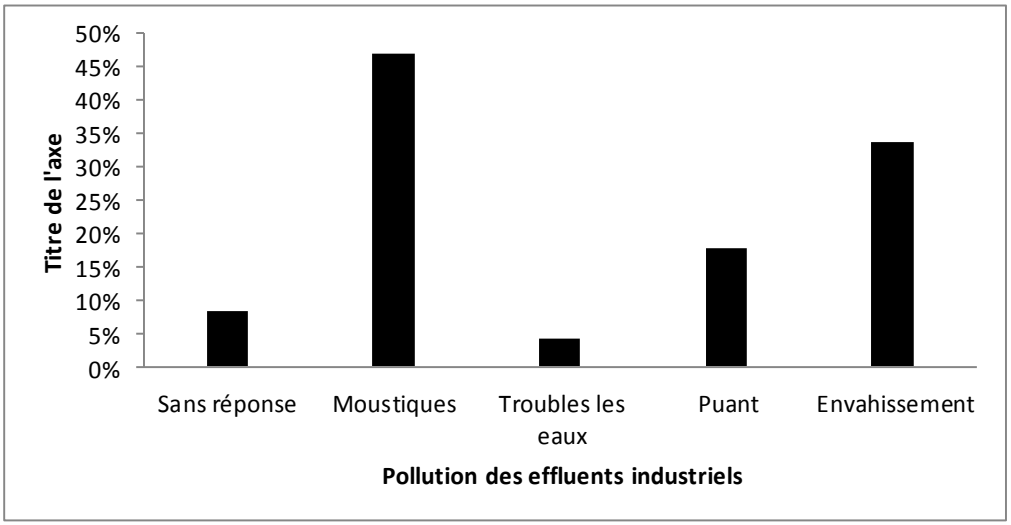


Figure 29 : Appréciation des effets de la pollution des effluents industriels

Les appréciations des conséquences des effluents sur l'environnement varient d'un riverain à un autre. Pour 46,90 % des personnes interrogées, les eaux usées déversées dans la nature produisent un grand nombre de moustiques engendrant le paludisme. Tandis que 04,30

% des enquêtés supposent que les effluents industriels contribuent à la contamination des eaux de consommation.

Malgré l'utilisation d'une technologie moderne et performante de traitement des eaux usées, les effluents industriels rejetés dans la nature sont chargées de matières grasses et de substances chimiques (savon et substances chimiques). Ce qui fait des effluents des huileries, des eaux usées très polluées (tableaux XIV).

Tableau XIV : Analyse physico-chimique des eaux usées des huileries

Paramètres	Normes	EU1	EU2	EU3	EU4	EU5
Température (°C)	25-30	29,8	29,8	25,4	26,1	26,2
Potentiel d'hydrogène	6 <pH<9	7,62	7,14	7,08	6,28	5,34
Conductivité (µS/cm)	Nd	151	162	411	113,2	3 960
Solides Totaux Dissous (mg/L)	Nd	214	135	205	55,2	2 070
Oxygène dissous	< 5Ml	1,5	2,9	0	0	2
Turbidité	Nd	241,1	208,6	72,4	233	0,05
Phosphore totaux (mg/L)	100Ml	3,48	11,35	8,88	4,62	2,43
Nitrite (mg/L)	200mg/L	1,23	0,03	0,08	0,23	0,15
Nitrate (mg/L)	200mg/L	2,15	0,4	1.1	29,8	42,7

Source : Résultats d'analyse de laboratoire, 2014

Il ressort de ce tableau, que la teneur de la plupart des paramètres physico-chimiques analysés est en dessous du seuil de la norme. Cependant, la conductivité, la turbidité et les Solides Totaux Dissous ont excédé les normes. Ce qui explique la présence d'énormes particules en suspension (matières organiques). Le fort degré de turbidité témoigne de la difficulté que revêt le traitement des eaux usées de ces huileries. De même, le pH des diverses catégories d'effluents rejetés de la SHB est neutre, voire légèrement alcalin. Celui de Fludor est faiblement acide (06,28) ; même l'eau traitée et rejetée dans la nature est fortement acide (05.34). Les valeurs de la conductivité électrique (CE) obtenues mettent en évidence la minéralisation très importante des eaux usées, avec la valeur la plus élevée de 3 960 µs/cm pour l'eau usée traitée de Fludor et de 113,2 µs/cm comme valeur minimale pour celle recueillie avant le traitement.

Ces résultats présentés permettent d'affirmer que le système de décantation adopté par la SHB contribue à une faible diminution de la teneur des paramètres physico-chimiques (le pH qui passe de 07,62 à 07,14 ; la turbidité de 241,1 à 208,6, etc.). Quant au dispositif de traitement des eaux usées de Fludor, il apparaît très limité. Les résultats du tableau XV permettent de constater que certains paramètres physico-chimiques des eaux dépassent les normes, donc polluées et qu'il ne faut pas rejeter dans la nature. Il s'agit entre autres de la conductivité et des Solides Totaux Dissous qui sont respectivement de 113,2 µS/cm et 55,2 mg/L avant le traitement qui passent à 3 960 µS/cm et 2 070 mg/L après le traitement. En plus de ces paramètres physico-chimiques, l'analyse des paramètres globaux de pollution montre que les effluents industriels présentent des caractéristiques moins recommandées (XV).

Tableau XV: Paramètres globaux de pollution des eaux usées des huileries

Paramètres	**Normes**	**EU1**	**EU2**	**EU3**	**EU4**	**EU5**
Azote Globale (mg/L)	200 mg/L	8,37	10,61	0,01	45,97	65,65
Matière Grasse (mg/L)	Trace	Présentes	Présentes	ND	ND	ND
Acide Gras Volatil (mg/L)	Nd	12	72	36	252	96
Matières en Suspension (mg/L)	100 mg/L	1 330	100	42	162	< 1
Demande Biochimique en O2 (mg/L)	100 mg/L	260	135	22	25	10,83
Demande chimique en O2 mg/L	300 mg/L	557	329	121,86	67,7	14
DBO5 / DCO	0.33	0,47	0,41	0,18	0,37	0,77

Source : Résultats d'analyse de laboratoire, 2014

L'analyse du tableau XV présente la teneur en azote globale inférieure à 200 mg/L. Elle passe d'une mesure faible avant le traitement (08,37 mg/L pour la SHB et 45,97 mg/L pour Fludor) à une valeur forte après la décantation (10,61 mg/L pour la SHB) ou l'épuration (65,65 mg/L pour Fludor). Le tableau indique également que la charge organique des eaux usées dans son ensemble est élevée et dépasse par moments la norme indiquée pour les effluents de la SHB. Quant aux eaux usées de Fludor, seule la valeur de MES est supérieure à la norme indiquée (162 mg/L). Les eaux usées de la SHB contiennent de la matière grasse aussi bien en amont qu'en aval de la décantation. Mais elle n'existe pas dans les eaux abandonnées dans la fosse. Elle a sûrement disparu sous l'effet du soleil après qu'une bonne partie est récupérée par

les riverains pour la fabrication du savon. Cependant, cette eau usée abandonnée dans la fosse par la SHB s'autopurifie parce que les teneurs des paramètres de pollution s'affaiblissent dans le temps. Il se réalise une décantation anaérobique sous l'effet de l'oxygène de l'air ambiant. De cette analyse, on peut déduire que les eaux usées de la SHB sont très polluées que celles de Fludor le sont moins. Le système de traitement des eaux usées de Fludor Bénin est meilleur à celui de la SHB. Donc, le système de décantation ne fait qu'atténuer l'intensité de la teneur des paramètres de pollution.

Le rapport DBO5/DCO de tous les échantillons est inférieur à 0.5 sauf celui traité par la station d'épuration de Fludor (0,77). Toutes les eaux usées industrielles prélevées sont faiblement biodégradables. Le système de traitement de Fludor est donc efficace. Il est à noter également que ce rapport de l'ensemble des prélèvements est supérieur à 0,1. Ce qui permet de dire que les eaux usées ne contiennent pas beaucoup de produits chimiques. Cependant l'eau usée de la SHB rejetée dans la fosse à Sogba est la moins dégradable et serait plus difficile à traiter.

L'analyse microbiologique des eaux usées abandonnées dans la fosse à Sogba révèle la présence d'une importante quantité de germes bactériologiques (tableau XVI).

Tableau XVI : Analyse bactériologique des eaux usées de la SHB utilisée dans le maraîchage

Germes identifiés		Valeur Maximale Permise (VMP)
Coliformes totaux/100 ml	4 960	0
Coliformes fécaux /100 ml	2 240	0
Streptocoques fécaux/100 ml	720	0
E.Coli/100 ml	2 245	0

Source : Résultats d'analyse de laboratoire, 2014

Les eaux usées analysées renferment d'importantes germes de *coliformes totaux* (4 960/100 mL) et de *Coliformes fécaux* (2 245/100 mL). De même, il est dénombré dans ce prélèvement, 720 germes de *Streptocoques fécaux* et 2 245 d'*Escherichia coli par 100 mL.* La présence d'*Escherichia coli* indique que la pollution est récente ou est en cours. Les résultats

des analyses bactériologiques des cinq échantillons révèlent la présence massive de ces coliformes et *Escherichia coli*. Ces eaux usées abandonnées, finissent par être polluées par des microbes.

6-2-2 Contamination des eaux de surface par les effluents industriels

Des investigations faites pour expliquer ces analyses, il ressort que le laboratoire de la SHB, ne fait aucune analyse des eaux usées. Ensuite, les eaux usées ainsi traitées sont déversées dans une fosse implantée en pleine agglomération avec toutes leurs conséquences de pollution. Quant à Fludor, les analyses de ses eaux usées sont limitées uniquement aux paramètres physico-chimiques et non la vérification des paramètres globaux de pollution. Le dispositif d'épuration des effluents semblerait vieux et nécessiterait une maintenance. Aussi, cette usine est-elle implantée dans une zone inondable (bas-fond de Logoéssé) exposant les eaux des rivières (Hlan, Vêtênou, Djohotonou, etc.) qui l'entourent.

Il ressort de cette analyse que, même si ces eaux usées des huileries passent par un système de décantation (celles de la SHB) ou sont traitées (celles de Fludor), elles sortent polluées du système avant d'être rejetées dans la nature.

De plus, la canalisation des eaux de pluie draine une partie des eaux usées industrielles (eaux grasses) vers les eaux de surface et les pollue. En ce qui concerne la gestion des eaux usées, l'usine ne dispose pas d'unité de traitement de ses effluents.

Pour vérifier la justesse des propos des populations, il a été comparé les paramètres physico-chimiques des eaux usées de Fludor rejetées (EU5) dans la rivière Hlan relevés à Agbogbohonou (ER1) et à celles prélevées à Avlamè (ER2) dont les résultats sont regroupés dans le tableau XVII.

Tableau XVII : Comparaison des paramètres de pollution d'eaux usées d'huilerie à ceux de l'eau de rivière Hlan

Paramètres	Normes	EU5	ER1	ER2
Température (°C)	25	26,2	26,1	26,7
Potentiel d'hydrogène	06,5- 08,5	05,34	06,81	06,4
Conductivité (µS/cm)	Nd	3 960	72	480
Solides Totaux Dissouts (mg/L)	-	2 070	39	238
Oxygène dissous (mL)	< 05	02	00	00
Turbidité	05	0,05	13,16	278
Phosphore total (mg/L)	10	02,43	11,78	18,01
Nitrite (mg/L)	0.1	0,15	0,02	0,04
Nitrate (mg/L)	50	42,7	ND	06,9
Azote Globale (mg/L)	01	65,65	0,01	0,01
Matière Grasse (mg/L)	00	ND	ND	ND
Acide Gras Volatil (mg/L)	Nd	96	36	84
MES (mg/L)	00	<1	<1	116
DBO5 (mg/L)	06	10,83	02,3	22
DCO mg/L	10	14	02,71	94,78
DBO5 / DCO		0,77	0,85	0,23

Source : Résultats d'analyse de laboratoire, 2014

L'analyse des données présentées dans le tableau ci-dessus, permet d'établir un lien entre la teneur des éléments analysés dans les eaux industrielles et celle de la rivière. La valeur de ces paramètres des effluents est largement supérieure à celle de la rivière, même si leurs températures sont proches (variant de 26,1 à 26,7 °C).

En effet, tous les prélèvements sont acides. Les eaux usées rejetées dans la rivière sont très acides. Le milieu d'accueil (rivière), contenant plus d'eau diminue l'acidité du mélange par une dilution (passant de 05,34 à 06,81). Cette dilution est aussi observée avec la conductivité électrique (CE) et les Solides Totaux Dissous (TDS) qui décroissent drastiquement dans la rivière. De 3 960 et 2 070, ces paramètres passent respectivement à 72 µS/cm et 39 mg/L. Ces valeurs s'élevant en amont et en aval. Ainsi, la CE et les TDS passent respectivement à 480 µS/cm et 238 mg/L. L'oxygène dissout de l'eau déversée a une valeur de 2 mL et s'annule dans la rivière. Ce qui renseigne que les eaux de la rivière comportent des organismes vivants ou des germes qui utilisent abondamment l'oxygène pour leur métabolisme. Quant aux paramètres physiques et de pollutions organiques, leur valeur est

inférieure à la norme sauf celle du nitrite et d'azote totale. La forte teneur d'azote (65,65 mg/L) déversée dans la rivière se désintègre énormément par cette dernière grâce à la consommation par les organismes animaux et végétaux de l'eau. Il en est de même pour l'Acide Gras Volatil (96 mg/L pour l'effluent et 84 mg/L pour la rivière Hlan). L'acide gras se dissout peu, ce qui explique la faible baisse de sa concentration.

Il ressort de cette analyse que les eaux usées déversées dans la rivière Hlan sont plus chargées que celle de cette dernière.

Il en résulte que les polluants contenus dans la rivière Hlan sont liés aux activités humaines. Ils sont surtout apportés par les eaux usées de Fludor Bénin.

6-2-3 Effets des effluents sur la potabilité des eaux souterraines

Ces effluents pourraient avoir des effets sur les eaux de consommation souterraines (tableau XVIII).

Tableau XVIII : Paramètres physico-chimiques des eaux de puits situés aux environs des huileries

PARAMETRES	Normes	EP1	EP2	EP3	EP4	EP5	EP6	EP7
Température de laboratoire (°C)	25	25,4	24,9	25,2	25,1	24,7	25,4	26,2
Profondeur (m)	-	79	80	5,5	65,18	82,85	68	65
Potentiel d'hydrogène	6,5- 8,5	6,45	6,35	6,47	6,27	6,14	6,56	5,98
Conductivité Electrique (µS/cm)	400	83,1	66,2	28	57,1	52	62,7	130
Solides Totaux Dissouts (mg/L) (TDS)	400	42	33	14	28	52	31,3	66
Salinité	0	0	0	0	0	0	0	0
Turbidité (NTU)	5	0,59	0,26	280	0,25	0	1,04	1,85
Matières en Suspension (mg/L)	0	<1	<1	111	<1	<1	<1	0
Ortho-Phosphates (mg/L)	5	0,36	0,23	0,49	0,19		0,66	0,14
Nitrate (mg/L)	50	16,3	12,4	5,3	13,9	0,01	6,6	3,3
Nitrite (mg/L)	0,1	0,02	0,02	<0,01	0,01	0,1	0,01	0,01
Ammonium (mg/L)	0,5	<0,01	0,01	0,24	<0,01	0	<0,01	0,2

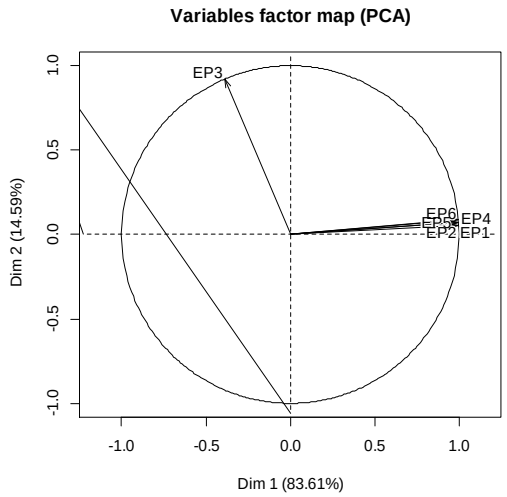
Source : Résultats d'analyse de laboratoire, 2014

Les eaux analysées dont les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessus sont abondamment consommées par 45,41 % des riverains (figure 36). Ces puits sont situés aux environs immédiats des huileries. Les valeurs des paramètres présentés dans le tableau ci-

dessus permettent de constater que la plupart des éléments dosés comme le nitrate, l'ammonium, la turbidité et le pH sont inférieurs à la norme en vigueur. L'ensemble des eaux de puits analysées ont un pH variant entre 06,47 et 06,13. Ces valeurs, inférieures à la norme (06,5), permettent de déduire que les eaux de puits analysées sont acides. Aussi, la teneur de certains paramètres comme la turbidité et les matières en suspension du EP3 est-elle élevée.

Ce puits creusé dans le bas-fond inondable à Logoéssé, juste à côté de la Fludor Bénin est très pollué. Ses eaux sont très troubles avec la teneur des MES (111 mg/L) comparativement aux autres puits moins troublés. La pollution des eaux de ces puits est probablement liée à la profondeur de la nappe phréatique (05,5 m) pour le puits EP3 et de sa proximité avec l'huilerie (Fludor), car le puits EP3 se révèle le plus pollué.

L'ACP réalisée, a permis de catégoriser les eaux prélevées dans certains puits. Ainsi, les caractéristiques physico-chimiques des eaux des puits étudiées sont regroupées en deux catégories en fonction de la teneur de leurs paramètres de pollution (figures 30 et 31). Le premier axe a concentré 83,61% des informations. Sur un système de coordonnés à deux axes, on peut expliquer la dispersion des variables.



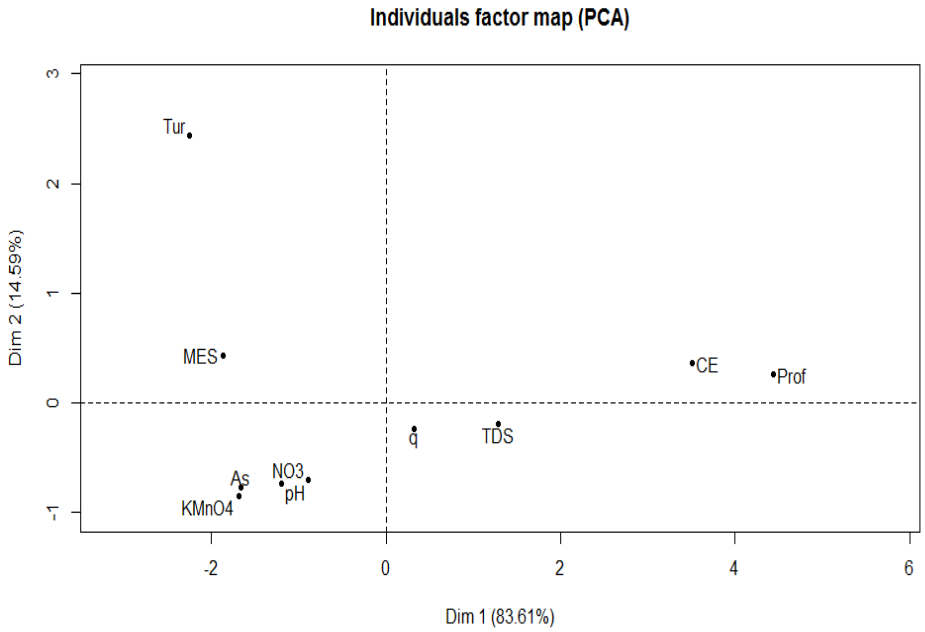
EP1: Eau potable de pompe de forage à Alladaho ; EP2 : Eau potable de pompe de forage à Wankon ; EP3 : Eau de puits de la maison du chef village de Dodomè ; EP4: Eau potable de pompe de forage à l'intérieur de l'usine Fludor ; EP5 : Eau potable de pompe de forage à l'intérieur de l'usine de la SHB ; EP6 : Eau potable de pompe de forage à Honmèho

Figure 30 : Corrélation des qualités d'eaux des puits situés autour des huileries avec les paramètres de pollution des eaux

Source : Résultats d'analyse de laboratoire, 2014

La figure 30 montre la distribution des différents puits dans le système d'axes. Elle indique que les puits EP1, EP2, EP4, EP5 et EP6 sont corrélés positivement avec l'axe 1 alors que le puits EP3 est représenté sur l'axe 2.

La figure 31 est la répartition des puits en fonction des teneurs des paramètres de pollution des eaux de consommation.



q : Température de laboratoire (°C) ; Prof: Profondeur (m) ; pH: Potentiel d'hydrogène ; CE : Conductivité Electrique (µS/cm) ; TDS : Solides Totaux Dissouts (mg/L) ; Tur : Turbidité ; MES : Matières en Suspension (mg/L) ; $KMnO^4$: Indice Permanganate (mg/L) ; NO^-_3 : Nitrates (mg/L) ; As : Arsenic (µg/L)

Figure 31: Diagramme euclidien des différents puits situés aux voisinages des huileries par leurs paramètres physico-chimiques

Source : Résultats d'analyse de laboratoire, 2014

L'analyse de la figure 31 révèle que les éléments tels que profondeur, CE et TDS sont corrélés positivement à l'axe 1 alors que MES est représenté négativement sur cet axe. Cette figure indique aussi que les éléments : q, pH, KMnO4, NO^-_3 et As sont représentés négativement sur l'axe 2 alors que Tur est corrélé positivement à cet axe avec un coefficient de 2.43.

En examinant les figures 30 et 31, on constate qu'il se forme deux groupes de puits autour des huileries. Le premier groupe se distingue par les paramètres de profondeur des

puits, de CE et de TDS influençant ainsi la potabilité des eaux. Le second groupe, constitué seulement du puits EP3, a des eaux très polluées. Dans ce puits, la turbidité est très élevée. Outre de la proximité des puits par rapport aux huileries, l'hydrogéologie du milieu et la nature des polluants, le système de drainage (figure 32) des eaux sont aussi des facteurs de pollution.

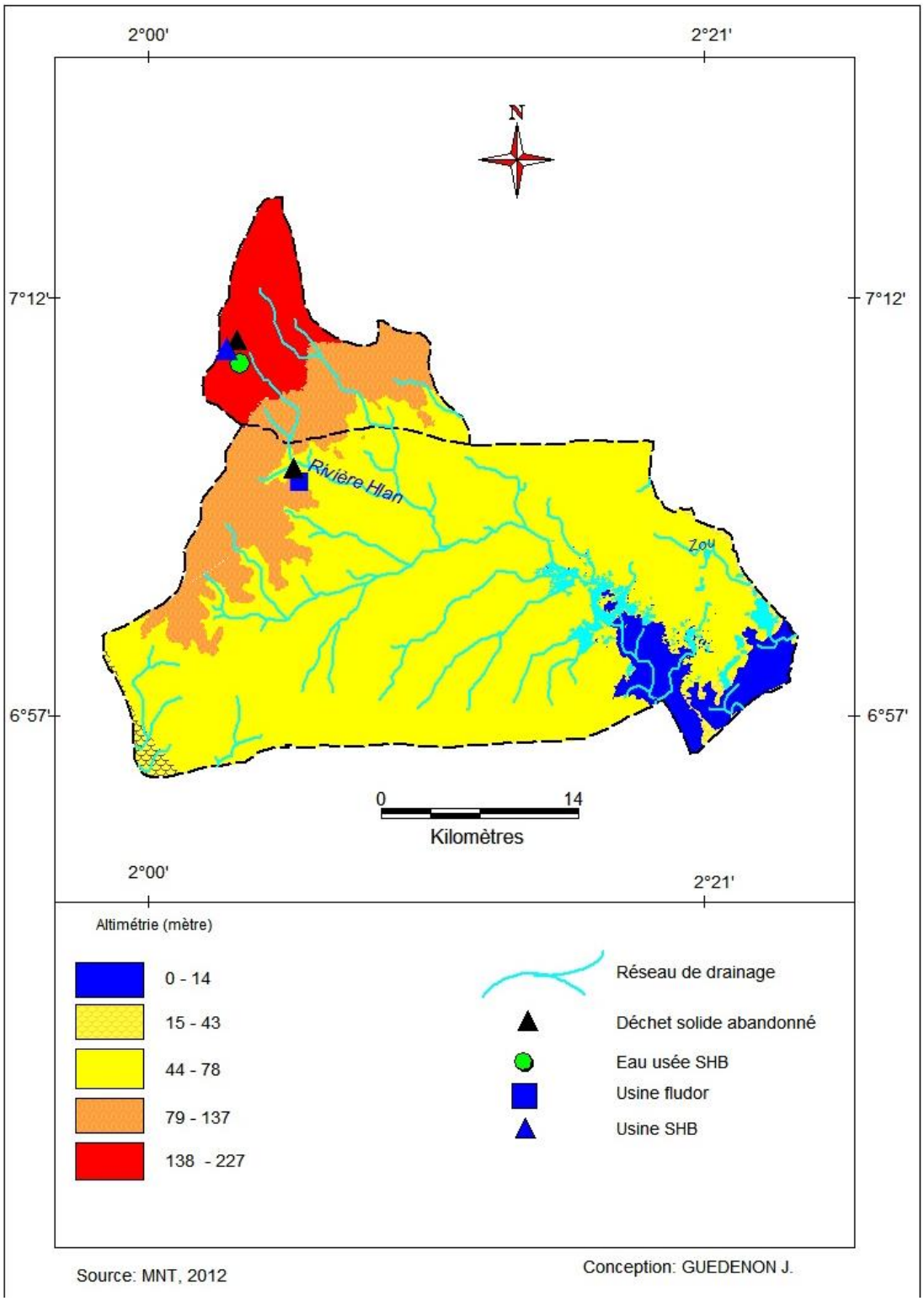


Figure 32 : Système de drainage des eaux de la conurbation Bohicon-Zogbodomey

La figure 32 présente la variation altimétrique des communes de Bohicon et de Zogbodomey juxtaposées. Leur relief est caractérisé par une pente inclinée légèrement du

nord-ouest vers le sud-est. Cette variation détermine le sens de circulation des eaux de surface et souterraines sur le plateau d'Abomey.

En effet l'altitude moyenne de la commune de Bohicon est 166 m et celle de la commune de Zogbodomey est de 60 m. Ainsi cette inclinaison du relief, descendant de Bohicon vers Zogbodomey fait que les eaux de ruissellement coulent dans le même sens de Bohicon à Zogbodomey trainant sur leur passage les polluants contenus dans les déchets.

Les eaux de ruissellement sont chargées de polluants issus des déchets des huileries, notamment ceux entassés à Siliho coulent vers Cana. Ces eaux sont aussi susceptibles de drainer les effluents de SHB déversées dans la nature à Sogba (Bohicon) qui débordent pendant la saison des pluies. Cet état des lieux justifie aussi la forte pollution des eaux des puits installés dans le bas-fond de Logoéssé (EP3). Par ailleurs, ces eaux sont abondamment consommées par les populations (figure 33).

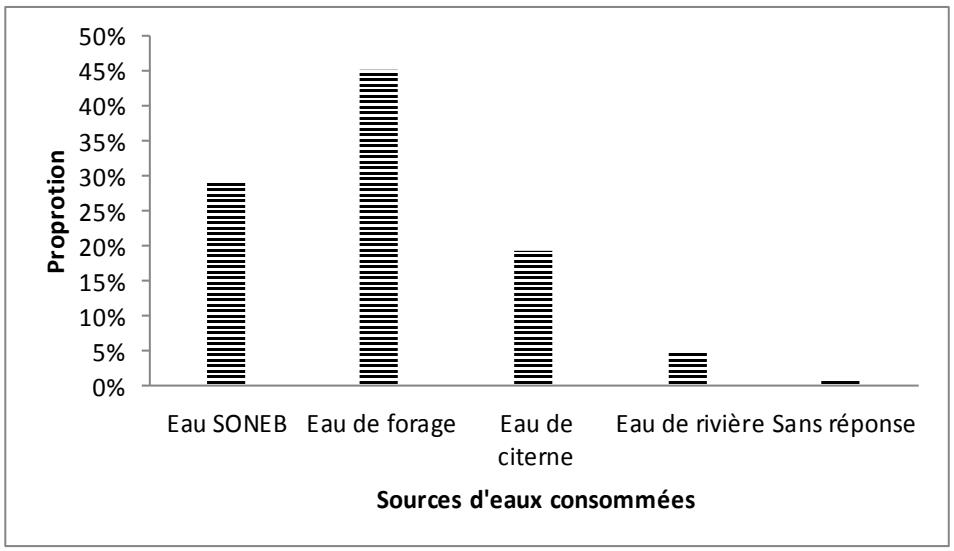


Figure 33 : Sources d'eaux des riverains des huileries

L'eau constitue un élément indispensable pour la vie des hommes, des animaux et des plantes. Les riverains des huileries, pour divers usages (consommation, lessive, bain et vaisselle, etc.) s'en procurent à plusieurs endroits. De l'analyse des résultats, il ressort que 45,41 % de la population utilisent les eaux de puits forés pour leurs besoins et celle de la

SONEB (29,47 %). En plus de ces sources, 19,32 % utilisent l'eau de citerne contre 04,83 % qui se ravitaillent à la rivière Hlan. La plupart de ces sources sont exposées à la pollution des usines productrices d'huiles. Cette situation met en danger la santé des populations qui les consomment. De même, les déchets des huileries ont des impacts sur les sols.

Conclusion partielle

Les huileries de la SHB et de Fludor Bénin rejettent dans l'atmosphère des polluants qui la dégradent. De même leurs déchets abandonnés dans l'environnement polluent les eaux de surface et à un degré moindre, la nappe souterraine par infiltration.

CHAPITRE VII : CONSEQUENCES DES DECHETS DES HUILERIES SUR LES SOLS, LES VEGETAUX ET LA SANTE DES POPULATIONS ENVIRONNANTES

Le fonctionnement des usines productrices d'huiles a des effets sur les sols, les végétaux et influencent la santé des populations riveraines.

7-1 Impacts des huileries sur les sols

7-1-1 Evaluation des caractéristiques chimiques des sols exposés aux déchets des huileries

Pour étudier l'impact des déchets des huileries sur les sols, il a été prélevé quatre échantillons de sols et analysés au laboratoire. Le sol S1 est exposé quotidiennement au linter échappé de Fludor Bénin au cours de la production. Quant au sol S2, il est arrosé tous les jours par les effluents de la SHB. Le sol S3 est fertilisé par des déchets solides (cendres et coques) rejetés par les huileries et le sol S4 est épargné de tous déchets industriels. Les textures des échantillons de sols analysés sont très variables (tableau XIX).

Tableau XIX : Types des sols exposés aux déchets des huileries

	Argile (%)	Limon fin (%)	Limon grossier (%)	Sable fin (%)	Sable grossier (%)	Texture
S1	18,56	11,08	12,62	31,62	24,97	Limon sableux
S2	12,61	4,29	2,42	3,25	77,09	Sable limoneux
S3	6,54	4,78	2,9	5,12	81,32	Sable limoneux
S4	23,7	5,35	4,16	29,28	39,09	Limon argilo-sableux

Source : Laboratoire d'analyse de la SHB

Du tableau XIX, on peut déduire que les quatre échantillons de sol prélevés peuvent être regroupés en deux grandes classes texturales : sablo-limoneuse et limono-sableuse à limon argilo-sableuse. En effet, dans les sols S1 et S4, la teneur en sable total est respectivement 56,59 % et 68.37 % tandis que dans les sols S2 et S3, elle est 80,34 et 86,42. Quant au lessivage de particules fines par l'arrosage dans le cas de S2 par contre il a été apporté à S2 de la cendre et de la coque qui ne peut pas provoquer un tel lessivage. On peut alors conclure que les textures observées ne sont dues ni à l'arrosage, ni à l'apport des déchets

des huileries sur les champs de cultures. Ce sont des sols ferrallitiques faiblement désaturés modaux sur sédiment argilo-sableux du Continental Terminal (Igué, 2009). .

En effet, le sol S1 est prélevé à Cana juste à côté de la clôture de Fludor. Régulièrement entretenu, ce sol est nu et est sans culture. Il est exposé au linter de coton et à la poussière qui s'échappent de l'usine qui s'y entasse. Les sols S2 et S3 sont prélevés respectivement à Sogba juste derrière l'usine de la SHB et à Honmèho à environ 50 m du site de rejet où sont déversés tous les déchets solides de la SHB. Sur ces deux sites, on fait des cultures maraîchères depuis plus d'une décennie. Ces cultures sont fertilisées par les coques et graines de coton abandonnées par la SHB. Le maraîchage réalisé sur le sol S2 est arrosé par les eaux usées de la SHB. Le maraîchage de S3 est arrosé par l'eau de puits foré. Ce sont des sols appauvris qui ont été longtemps cultivés et dégradés (Igué et Adomou, 2003) sur lesquels la population pratique aujourd'hui les cultures maraîchères. Quant au sol S4, il apparaît comme un sol témoin. Il est prélevé dans un champ nu en friches à Saclo. Les caractéristiques chimiques de ces sols varient selon les apports fertilisants de déchets industriels (tableau XX).

Tableau XX: Caractéristiques chimiques des sols dans l'horizon 0-20 cm

	Unité cartographique	% M.O	% N	Pass.	K+	Somme de bases (méq/100 g)	pHeau	pH KCl
S1	Sol ferrallitique	2,46	0,10	25,77	0,26	42,35	7,2	6,6
S2	Sol ferrallitique	1,58	0,10	83	0,51	4,87	7,2	6,0
S3	Sol ferrallitique	1,58	0,10	219	0,46	11,47	7,5	6,5
S4	Sol ferrallitique	2,04	0,08	8,81	0,05	8,38	6,5	4,63

Source : Laboratoire d'analyse de la SHB

Le tableau XX indique, la présence de matière organique dans les sols S1 (02.46 %) et S4 (02,04 %). Ce sont des sols ferrallitiques qui n'ont pas été cultivés (Igué *et al*., 2013). Ces auteurs signalent que les teneurs en matière organique dans les forêts fétiches varient généralement entre 03,38 et 05,67 % alors que les sols ferrallitiques ont une teneur en matière inférieure à 01 % (Igué et Adomou 2003). Comme indiqué plus haut, les sols S2 et S3 utilisés pour le maraîchage sont les plus pauvres des échantillons prélevés. Leur teneur en matière

organique actuelle est de 01,58 %. Ceci est dû à l'apport de la coque de coton et de l'eau d'irrigation qui sont riches en cet élément. La variabilité de leurs teneurs est étroitement liée au passé cultural de ces terres. Le taux d'azote qui varie de 0,08 à 0,10 % dans les 20 cm supérieurs atteste que ces sols sont relativement riches en azote. L'azote est probablement issu de l'accumulation des déchets solides (le linter de coton pour le sol S1 et S3) et l'effluent pour le sol S2. Il est à noter qu'il n'existe pas une différence significative entre ces teneurs. Certes, les sols S2 et S3 ont vu leur teneur en phosphore augmentée par apport des déchets et de l'eau d'irrigation, ce qui permit à ces sols d'en avoir plus que le sol S4 de référence. Igué et Adomou (2003) ont indiqué que les sols ferrallitiques de la zone d'étude ont un taux d'azote variant de faible à moyen et compris entre 0,04 à 0,07 % (0,04 à 0,05 % quand les sols sont très dégradés et 0,05 à 0,08 % à pH 6, lorsque les sols sont moyennement dégradés). Dans les sols ferrallitiques sous forêts fétiches, les taux d'azote sont très élevés et oscillent entre 0,17 et 0,29 % (Igué *et al*. 2013). Le pH de tous les sols prélevés est neutre. Cependant, le sol (S3) est faiblement alcalin (7,5).

La somme de base des sols S1, S2, S3 et S4 sont respectivement 42,35 ; 4,87 ; 11,46 et 8,38 méq/100g. La somme de base de 42,35 méq/100g de sol dans le prélèvement S1 est due à la teneur très élevée du sodium dans ce sol (21 méq/100d de sol). Plusieurs auteurs (Volkoff, 1970; Weller, 2000; Igué, 2003; Igué *et al.,* 2013) ont montré que la teneur de ces sols en sodium est 100 fois moindre. Un produit contenant du sodium a été certainement versé à l'endroit où le prélèvement a été effectué. La somme des bases échangeables (S) est généralement faible. L'ensemble des résultats analytiques existants montre que les valeurs moyennes de S sont de 05 méq/100 g en surface (0-10 cm), de 03 méq/100 g à 10-20 cm, et de 4,5 méq/100g en profondeur (Volkoff 1970; Weller, 2000 ; Igue et Adomou, 2003; Igué *et al.,* 2013 ; Igué *et al.,* 2015). Ces auteurs ont également indiqué que l'intervalle de variation d'un profil à un autre est assez important pour les horizons de surface (3 à 8 méq/100g). Sur

sol cultivé, le taux de S est 3 méq/100g, 04 à 06 méq/100g sous jachère et 6 méq/100g sous forêts fétiches. La somme des bases échangeables dans S2 et S3 répond à la norme rencontrée dans cette couverture pédologique des sols ferrallitiques du sud-Bénin. Néanmoins, celle de S3 est plus élevée (11 méq/100g) à cause du taux élevé du calcium sur le complexe absorbant (09 méq/100g). Cette teneur en calcium est certainement a dû être apportée par les tourteaux ou à la cendre de graine de coton (tableau XXV).

Le sol S1 s'illustre une fois encore par sa forte dose d'éléments nutritifs majeurs. Seul le sol S4 a une carence en phosphore assimilable (08,81 ppm, sol de référence). Les sols S2 et S3 qui reçoivent beaucoup de déchets solides industriels (coque et résidus de graines de coton) et d'effluents liquides (uniquement pour le sol S2) ont une grande teneur de phosphate. Ceci est également dû à l'apport des déchets solides qui renferment 60 mg/kg (eau), 2 124 mg/kg (tourteau) à 148 373 mg/kg (cendre).

Le pourcentage en potassium dans le sol de référence S4 (045 méq/100g de sol) est jugé élevé (ORSTOM, 1966). Les teneurs de S1 et S2 qui s'élèvent à 0.51 et 0.45 méq/100g respectivement sont jugées très abondantes dans ces sols. Les rapports Ca/Mg et Mg/K dans ces deux sols indiquent qu'il y a un déséquilibre cationique entre le calcium et le magnésium dans S1 et S4 tandis que dans S2 et S3, on constate un bon équilibre cationique entre les cations ($02>Ca^{2+}/Mg^{2+}<05$). De même, le rapport Mg^{2+}/K^{2+} est respectivement 01,65 ; 02,53, 03,27 et 08,44 de S1 à S4. Ces rapports indiquent un déséquilibre cationique entre les deux cations dans S1 et un équilibre cationique à S2, S3 et S4.

7-1-2 Influences des déchets sur la qualité des sols

Les caractéristiques chimiques des sols ainsi présentées prouvent que S2 et S3 qui étaient des sols pauvres se sont réhabilités à partir des déchets des usines. C'est ce qui justifie l'utilisation abondante des effluents industriels contenant une teneur assez raisonnable

d'éléments majeurs assimilables par les plantes. Ce qui signifie que le linter de coton est un grand fertilisant.

Une classification des sols selon leur niveau de fertilité (tableau XX) indique l'ordre suivant S3 >S2=S1 > S4. En effet, les éléments nutritifs dans S3 ne présentent aucune limitation pour la production des cultures. Par contre, les sols S1 et S2 présentent chacun une limitation moyenne (potassium pour S1 et somme des bases pour S4). Enfin, le sol de référence présente une limitation sévère (potassium) et une limitation légère (somme des bases).

Tableau XXI: Classe de fertilité actuelle des sols

	Unité cartographique	% M.O	% N	Pass.	K+	CEC (méq/100 g)	Som bases	pHeau
S1	Sol ferrallitique	0	0	0	2	Nd	0	0
S2	Sol ferrallitique	0	0	0	0	Nd	2	0
S3	Sol ferrallitique	0	0	0	0	Nd	0	0
S4	Sol ferrallitique	0	0	3	0	Nd	1	0

Nd=non déterminé

Il ressort de cette analyse, que les eaux usées des huileries, sans être traitées, sont très nuisibles à la fertilité des sols. Quant aux déchets solides comme la coque, le linter de coton, les graines avariées de coton, ils sont de véritables fertilisants recommandables dans l'agriculture. Ils renforcent la fertilité des terres. Ces résultats confirment ceux de l'audit commandité par la Direction départementale de l'environnement sur l'impact des eaux usées de la SHB sur le sol (encadré 2).

***Encadré 2** : Conclusion générale du rapport portant sur la pollution du sol par les eaux usées de la SHB*

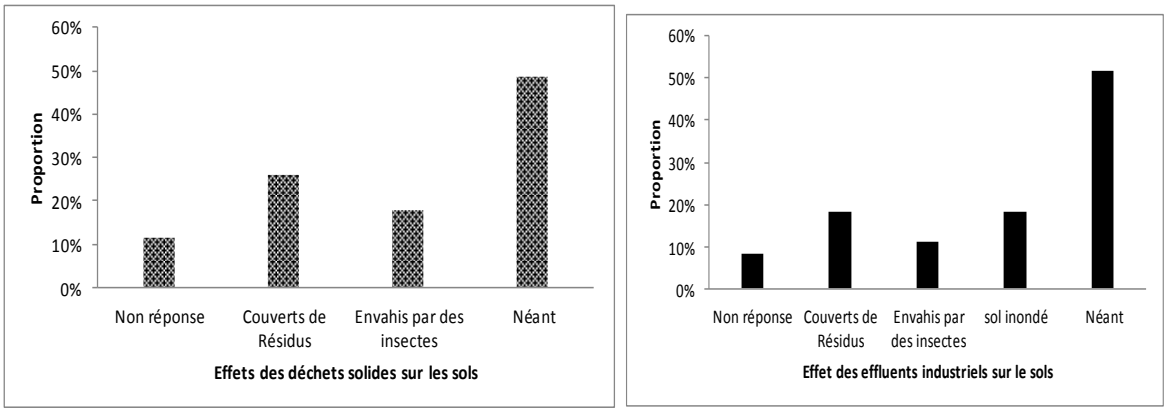
La campagne d'échantillonnage d'eaux usées de la SHB, de sols et de sédiments recueillis sur les terres riveraines de l'huilerie a été effectuée le 13 novembre 2007.

De l'étude comparée des différents paramètres mesurés et/ou calculés, il ressort a priori une possible corrélation entre les faibles teneurs en cations échangeables des sols incriminés et les rejets d'effluents liquides de la SHB. Cette altération chimique semble induire au niveau de ces sols du complexe argilo-humique, donc une perte du pouvoir nourricier des sols vis-à-vis des cultures habituellement pratiquées sur ces derniers.

Si les données ainsi obtenues révèlent une altération de la valeur agronomique des sols, il est à signaler néanmoins qu'un prélèvement ponctuel de sols et d'eaux usées ne saurait, à lui seul, rendre toujours compte de façon exhaustive de l'ampleur de l'impact des rejets d'eaux usées dans le milieu environnant. En effet, le degré de contamination de ces milieux devrait normalement être établi suite à une série raisonnable de campagnes de mesures et d'observations étalées dans le temps et dans l'espace, en raison des différences de comportement des sols vis-à-vis des polluants, lequel comportement est lié à l'hétérogénéité physique des sols et du cycle biogéochimiques des contaminants.

Source : Soclo, 2008

Au-delà de cette dégradation chimique, les déchets industriels ont d'autres conséquences sur les sols (figure 34).



(A) **(B)**

Figure 34 : Appréciation des effets des déchets des huileries sur le sol

Pour les riverains, les déchets des huileries ont des conséquences sur les sols. Pour 26,10 % de ces riverains, les sols situés aux voisinages des huileries sont couverts de résidus de poussière au cours des campagnes de production (planche 13-2). De même, 18,90 % des interrogés estiment qu'ils sont envahis par des insectes produites par les déchets déversés à

côté des habitations. En plus des odeurs dégagées par les effluents, 18,40 % disent avoir été inondés par des eaux usées rejetées par les huileries contre 11,10 % des enquêtés qui affirment être gênés par des insectes. Au-delà des nuisances, les cendres entassées ou entretenues par le brûlage des coques abandonnées terrassent le sol et modifient sa structure en formant une croûte de battance compacte. Les huiles vidangées et les eaux usées déversées sur les sols dégradent le paysage et transforment l'espace en un environnement repoussant pour avoir perdu sa beauté (planche 8).



Planche 8: Dégradation des sols par les déchets : Sols terrassés par les cendres des coques de la SHB à Siliho (1) ; Sol couvert par de linter de fibre de coton au cours de la production des huiles par Fludor Bénin (2) ; sol bordant la clôture de la SHB au sud inondé d'effluent industriel à Sogba (3) et aspect de la terrasse du parc d'huile usée de la SHB (4)

***Prise de vues** : Guédénon, septembre 2013& août 2014*

La planche 8 présente quelques aspects de sols sur lesquels sont rejetés consciemment ou non des déchets industriels. Elle témoigne de la dégradation de cet écosystème, une destruction provoquée par la mauvaise gestion des coques brûlées depuis des décennies sur le

même site. Aucune végétation ne peut pousser sur ce site dont le sol est nu et décapé (planche 8-1) par des agents érosifs comme le vent, la pluie et la température des feux mis pour calciner les déchets (coques, graines de coton avariées, etc.). De même, la poussière émise par les usines au cours de la campagne, s'évade dans la nature et se dépose sur le sol qui devient très désagréable à la vue. Ainsi, des couches de poussière s'entassent et deviennent une véritable immondice, formant une couverture très épaisse qui rend le paysage très sale.

Quant aux déchets liquides, ils sont très encombrants et nocifs aux sols. Les eaux usées contiennent des produits chimiques très variés, le NaOH par exemple. Le dégât est à son comble lorsque ces eaux usées, sans aucun traitement approprié, sont directement déversées dans les eaux de surface. Ces eaux très polluées, créent évidemment des problèmes écologiques et de graves préjudices à la fertilité des terres qui deviennent stériles et inutiles pour l'agriculture.

7-2 Impacts des déchets de la SHB et Fludor sur la végétation

La production des fumées composées de constituants chimiques nocifs éjectés dans l'atmosphère, la propagation de la poussière dans l'air et sur les espaces terrestres ont dans une certaine mesure, des conséquences sur les écosystèmes, en particulier sur certaines plantes (planche 9).



Planche 9: Aspects des feuilles des arbres qui entourent la façade sud de la Fludor Bénin, couverts de la poussière de fibres de coton : haie d'arbres bordant la Fludor à ouest envahie par la poussière (1) ; Feuillage de manguier couvert de poussière de linter de coton (2)

***Prise de vues** : Guédénon, septembre 2013& août 2014*

Ces photos de la planche 9 montrent des arbres envahis par la poussière constituée de particules ou des fibres de coton (linter) dégagées dans l'atmosphère et retenues par des feuillages. Les brise-vents arrivent à filtrer ces particules en suspension émises dans la nature par les huileries depuis le début des campagnes. Leurs effets sont diversement appréciés (figure 35).

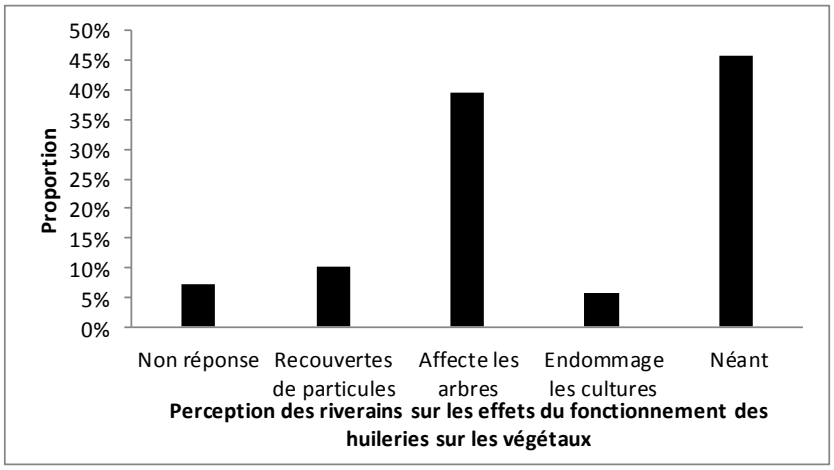
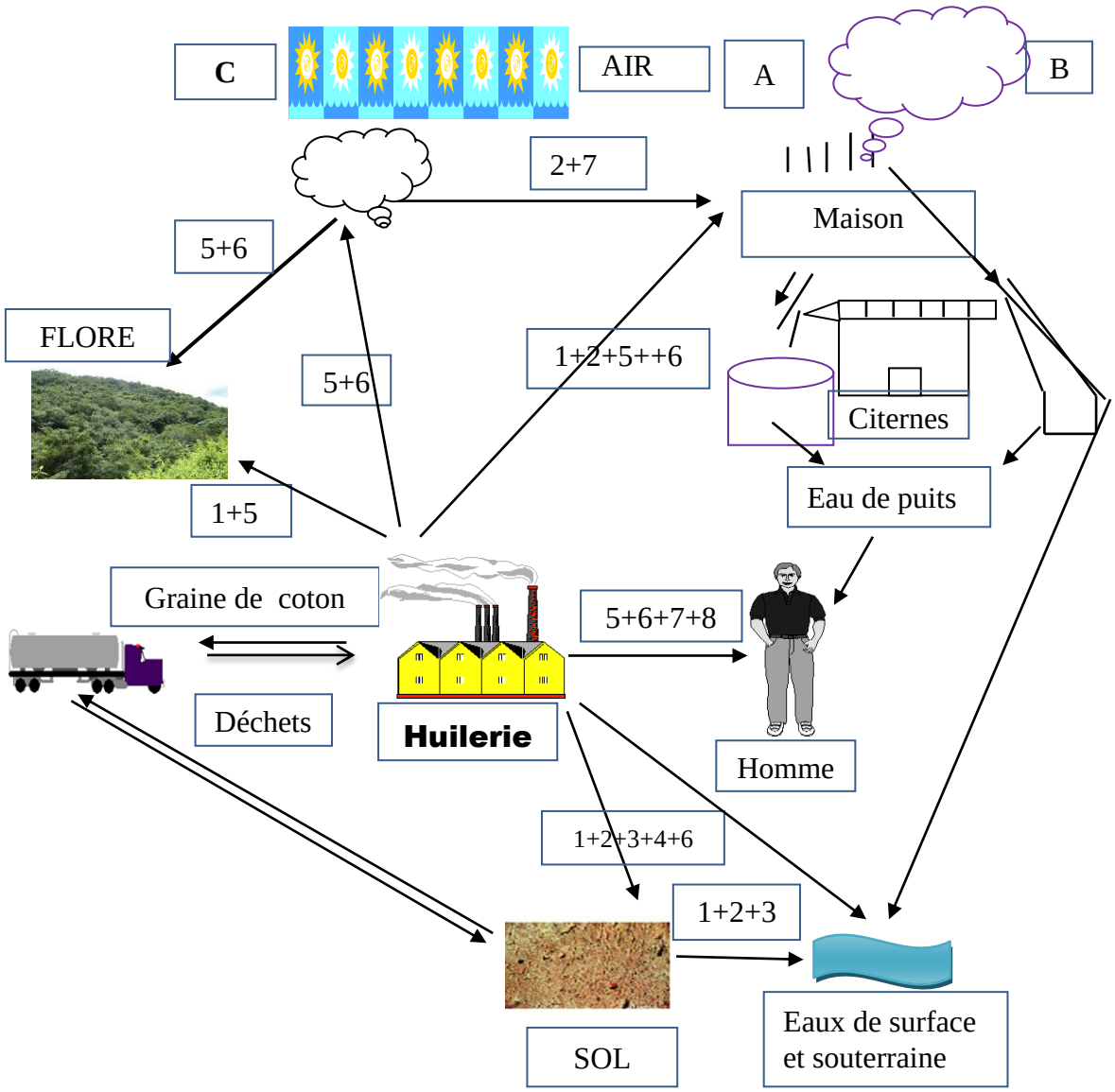


Figure 35 : Effets du fonctionnement des huileries sur les végétaux

De l'analyse de cette figure, il ressort que 10,10 % des enquêtés affirment que les végétaux se recouvrent de particules de poussière au cours des campagnes de production d'huiles. De même, pour environ 39 % des enquêtés, les arbres ne produisent plus correctement depuis l'implantation des usines. Par ailleurs, 05,80 % des enquêtés lient la baisse de leur production agricole aux fonctionnements des usines. La baisse du rendement agricole et des arbres fruitiers est due aux effets de la poussière et de la fumée émises par les usines.

7-3 Environnement industriel de la SHB et de Fludor très dégradé

Le fonctionnement des huileries a donc des conséquences sur tous les composants de l'environnement (figure 36).



1= Eau usée ; 2= Coque + Cendres + Gâteau de terre ; 3= Acide gras ; 4= Huile usagée ; 5=Fumée ; 6= Poussière ; 7= Bruit et 8= Odeur

Facteurs influençant la pollution : A= Vent ; B=pluie ; C=Soleil

Figure 36 : Mécanisme de pollution dans une huilerie

Source : Djogninou (2008) et adapté aux travaux de terrain

La figure 36 présente la synthèse de multiples conséquences environnementales dues au fonctionnement des huileries.

En effet, les déchets solides et les eaux usées produits par les huileries dégradent les sols et troublent les eaux (eaux de surface et souterraines). Ces industries polluent l'atmosphère par le rejet de poussière de fibres de coton et le bruit des usines, notamment des sections de l'ensilage et de la production. Les gaz et fumées des cheminées contribuent à la destruction

atmosphérique. L'effet de ces huileries sur l'environnement est beaucoup plus local (tableau XXII).

Tableau XXII : Matrice d'impact des huileries sur l'environnement

Etape	Matières premières	Déchets	Impact environnemental		
			Impact local	Impact régional	Impact global
Stockage	Graines de coton	Odeur	+	-	-
		Chaleur	+	-	-
Nettoyage	Graines de coton	Cailloux	+	-	-
		Poussière	+	+	-
		Bruit	+	+	-
Décorticage	Graines nettoyées	Poussière	+	+	+
		Bruit	+	+	+
Chaufferie	Coques	Cendres	+	-	-
		Chaleur	+	-	-
		CO_2 ou C	+	+	-
		Bruit	+	-	-
Aplatissage	Amandes	Bruit	+	-	-
Conditionnement	Amandes aplaties	Bruit	+	-	-
Expandage	Amandes cuites	Bruit	+	-	-
Extraction	Collets	Bruit	+	-	-
Désolvantisation	Farine	Bruit	+	-	-
Séchage	Farine désolvantisée	Poussière	+	+	-
		Linter	+		-
Pelletisation	Farine séchée	Poussière	+	-	-
		Linter			-
Neutalisation	Miscella neutre	Eau usée	+	+	+
	Huile neutre	Gâteau de terre	+	+	-
	Huile décolorée	Acide gras	+	+	-

Source : Travaux de terrain

De l'analyse de ce tableau, il ressort que l'impact environnemental du fonctionnement de la SHB et de Fludor Bénin et de leur déchet est plus local que régional. Cependant, certaines unités émettent plus de bruit et de la chaleur allant au-delà du milieu local. Il en est de même pour la section de la neutralisation dont les eaux usées polluent la région à cause du transport des polluants par les eaux de rivière qui traversent beaucoup de villages comme Agbogbonou, Avlamè, etc. Ces riverains, très exposés aux nuisances, se plaignent aux

structures en charge de la gestion de l'environnement de ces villes à divers niveaux (figure 37).

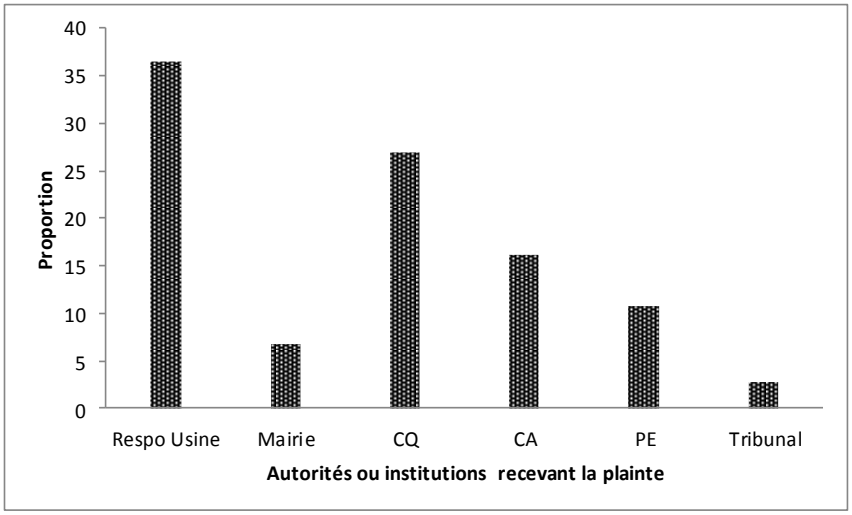


Figure 37 : Structure recevant les plaintes des riverains

Les premières personnalités saisies par les plaignants sont les responsables des huileries. Ainsi, plus de 36 % des plaintes sont adressées verbalement ou par écrit directement au chef des entreprises. Les plus éclairés par les textes environnementaux ou dépassés par les nuisances des industries, portent plaintes aux juridictions compétentes des communes. Ainsi, à défaut d'un règlement à l'amiable, 02,7 % des plaignants ont intenté des procès au tribunal de première instance d'Abomey contre les huileries (encadré 3).

Encadré 3 *: Cause d'assignation au tribunal*
Je suis propriétaire d'une parcelle située derrière la Société des Huileries du Bénin (SHB). La SHB pollue mon domaine par les effluents qu'elle y rejette souvent. Toutes mes démarches afin d'amener la dite société à cesser cette pollution sont révélées vaines. J'ai été alors contraint d'assigner la SHB devant le Tribunal de première Instance d'Abomey. Le tribunal saisi a ordonné une expertise. Cette expertise a révélé que les effluents rejetés par cette huilerie ont contribué à la dégradation de ma parcelle.
Le tribunal a donc condamné la SHB à me verser la somme de trois millions de francs CFA à titre de dommages-intérêts, le 27 Novembre 2012.
Cependant, la SHB a formé appel contre cette décision. Le dossier est actuellement devant la cour d'appel d'Abomey
Source : *Propos d'un propriétaire terrien*

Les personnes qui se plaignent plus sont celles installées avant implantation des huileries (figure 38). Elles s'indignent contre l'attitude des industriels qui restent très indifférents face aux pollutions engendrées par leur usine. Les responsables de la SHB, pour se défendre, accusent l'Etat qui avait pris l'engagement de déguerpir les riverains afin de les mettre à l'abri des impacts de l'industrie au moment de sa privatisation. Mais l'Etat n'a pas respecté son engagement, une fois la société (ancienne SONICOG) privatisée. Quant aux responsables de Fludor Bénin, ils avouent être en règle par rapport aux textes de lois en vigueur en la matière en faisant régulièrement les audits environnementaux. Il ne reste qu'à examiner ces rapports qui sont malheureusement confidentiels et non accessibles au public. La véritable problématique est la régularité des audits (externes et internes) et la régularisation des aspects qui ne sont pas en conformité avec les normes pour parvenir au développement industriel intégrant la préservation de l'environnement. L'idéal serait que les industriels se conforment aux principes de l'article 3 de la loi cadre sur l'environnement en adoptant une politique environnementale.

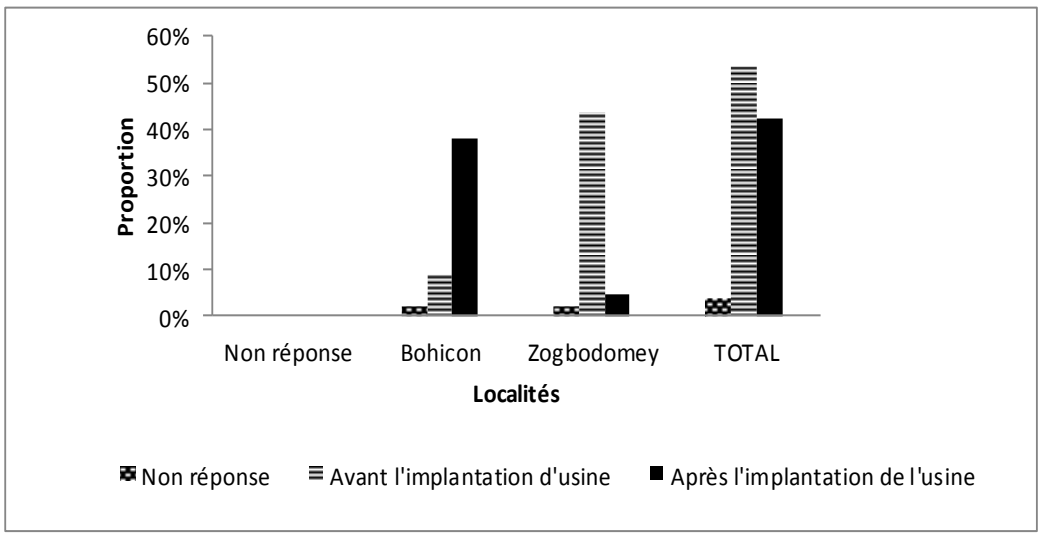


Figure 38 : Situation de la période d'installation à proximité des huileries

Les riverains enquêtés autour des huileries sont pour la plupart, (53,50 %), des propriétaires de terres. A Bohicon, 37,90 % des riverains de la SHB sont des acquéreurs de parcelles contre 09,10 % qui sont des propriétaires terriens. Cette structure d'occupation est

contraire à la réalité de la commune de Zogbodomey. Il y a autour de Fludor à Cana, plus de noyaux familiaux. Plus de 43 % des riverains installés en hameaux sont des propriétaires terriens. Plusieurs facteurs expliquent leur rapprochement des usines (figure 39).

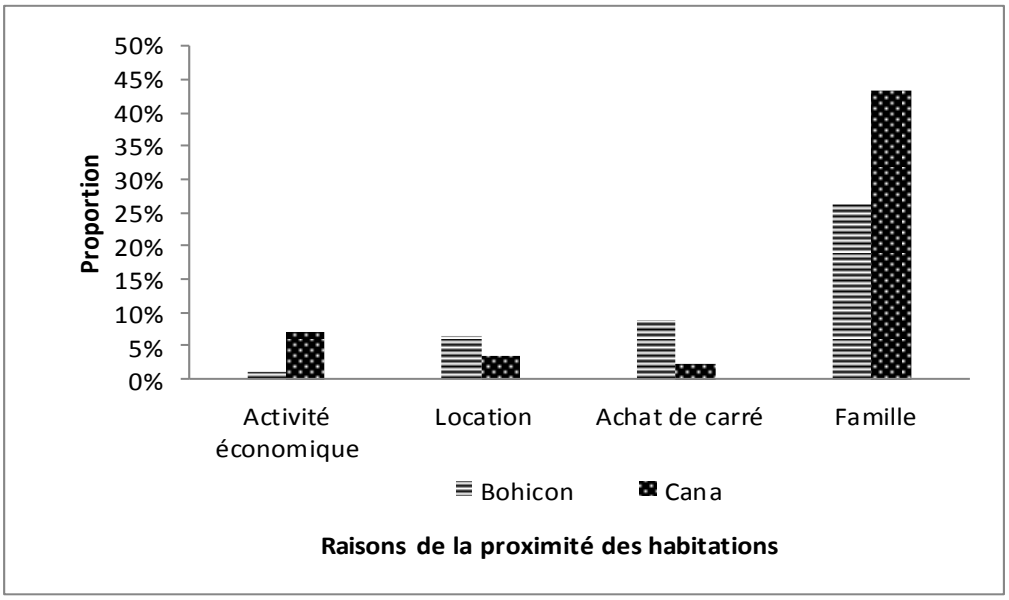


Figure 39 : Raisons justifiant la proximité des riverains des huileries

Les enquêtes menées révèlent que 43.40 % des riverains de Fludor Bénin sont des autochtones nés à Cana contre 03,6 % qui sont des locataires. A Bohicon, 26,50 % des riverains vivent dans leur maison familiale. Seuls 02,4 % des individus interrogés sont à la recherche d'une activité économique. L'activité dominante à Cana est l'agriculture, tandis qu'à Bohicon, les riverains sont des commerçants.

Les autochtones riverains, propriétaires terriens, sont les plus révoltés contre la pollution de ces usines. Ils estiment être agressés par les huileries qui sont venues s'installer dans leur habitat. Ils n'ont aucune possibilité que de vider les lieux pour louer s'ils sont menacés par le fonctionnement des usines. Ils se sentent alors très agressés dans leur *ækoumène* par les industries. Ils estiment que les industriels qui les rattrapent en s'installant en pleine agglomération devraient prendre toutes les dispositions pour les épargner des effets de la pollution.

7-4 Conséquences du fonctionnement des huileries sur la santé humaine

7-4-1 Impacts des nuisances des huileries sur la santé des ouvriers des usines

Les travailleurs (des ouvriers et des manœuvres) sont victimes d'accidents du travail du fait qu'ils soient en contact permanent avec les machines. Ils sont aussi les premiers acteurs qui manipulent les produits chimiques, les déchets industriels contenant les polluants avec toutes leurs conséquences, avant d'être rejetés dans la nature.

Les accidents du travail liés aux manipulations des machines varient d'un poste à un autre et d'une catégorie à une autre (tableau XXIII).

Tableau XXIII : Statistique des accidents du travail à la SHB

	Effectif	Moyenne	Somme
Bureau	8	0,38	3
Terre-plein	8	4	32
Ensilage	8	6,88	55
Décorticage	8	0,13	1
Préparation	8	11,63	93
Extraction	8	7,38	59
Neutra	8	1,38	11
Pelletisation	8	10,13	81
Raffinerie	8	2,38	19
Conditionnement	8	1,75	14
Chaufferie	8	5,13	41
Maintenance	8	3,75	30
Laboratoire	8	0,25	2
Cour	8	0,5	4
Route	8	1,63	13
Autres	8	3	24

Source : Service Etude Recherche Suivi Contrôle et Qualité

De 2006 à 2013, il y a eu à la SHB, 482 accidents du travail. De l'analyse du tableau XXIII, on constate que le risque d'accident du travail est plus élevé à la section de préparation. Cette section comptabilise en moyenne annuelle d'accident du travail 11,63 avec environ 93 cas en huit ans. Les laborantins sont moins exposés aux accidents du travail dans cette huilerie. Il n'y a eu que deux cas d'accident du travail dans l'intervalle de huit ans, avec une moyenne d'un cas tous les quatre ans. La plupart des victimes sont des prestataires de services appelés communément manœuvres. Selon l'agent de santé de la SHB, sur 41 victimes d'accident en 2013, 32 sont des manœuvres, soit 78,05

% d'occasionnels. Pour lui, plusieurs facteurs expliquent le fort taux de risques des occasionnels. Il s'agit de l'illettrisme de ces ouvriers occasionnels qui sont sans formation. Ces individus ne maîtrisent pas les règles de sécurité de travail et prennent des excitants pour être à la hauteur de la tâche à exécuter.

Les blessés sont traités dans l'infirmerie de l'usine. Les cas graves sont transférés au Centre Hospitalier Départemental Universitaire de Goho. Les accidents enregistrés auprès des agents vont de simples piqûres à l'électrocution (figure 40).

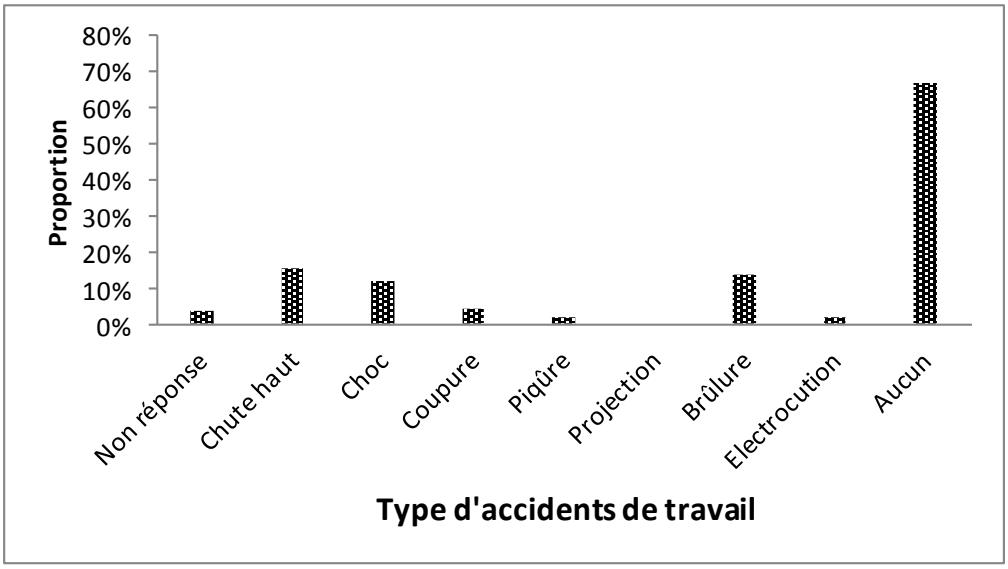


Figure 40 : Différents cas accidents du travail recensés à la SHB

Les accidents du travail dans les huileries sont divers. A la SHB, les chutes en hauteur sont très fréquentes. Plus de 15 % des personnes interrogées ont déclaré avoir chuté une fois. Ce sont des ouvriers qui chargent ou déchargent les sacs de graines de coton sur les terre-pleins, aux sections d'ensilage et de pelletisation et au conditionnement des produits finis. Ces manœuvres sont chargés de descendre ou de faire monter les divers sacs de matières premières et de produits finis sans grande sécurité. La projection des ouvriers de leur poste de travail est moins observée (0,90 %). Elle survient lorsque l'agent est surpris par un fait mettant en péril sa vie, cherche d'issue pour éviter le danger. Il se projette dans le vide sans aucune mesure sécuritaire.

La plupart des accidents du travail sont dus aux mépris affichés par les ouvriers face aux consignes de prévention (refus de port de matériel de protection) imposées dans les unités industrielles.

Aussi, ces ouvriers sont ils exposés à la variation de température (forte et faible selon les postes) et aux manipulations des produits chimiques. Les différents déchets (poussières, gaz, les déchets solides et eaux usées) produits par les huileries affectent les ouvriers. Ils sollicitent et déploient leur physique pour conduire les machines dans les usines productrices d'huiles. Plusieurs facteurs participent à la dégradation sanitaire du personnel utilisé dans les huileries. Les signes cliniques déclarés par les travailleurs de ces huileries sont nombreux (figure 41).

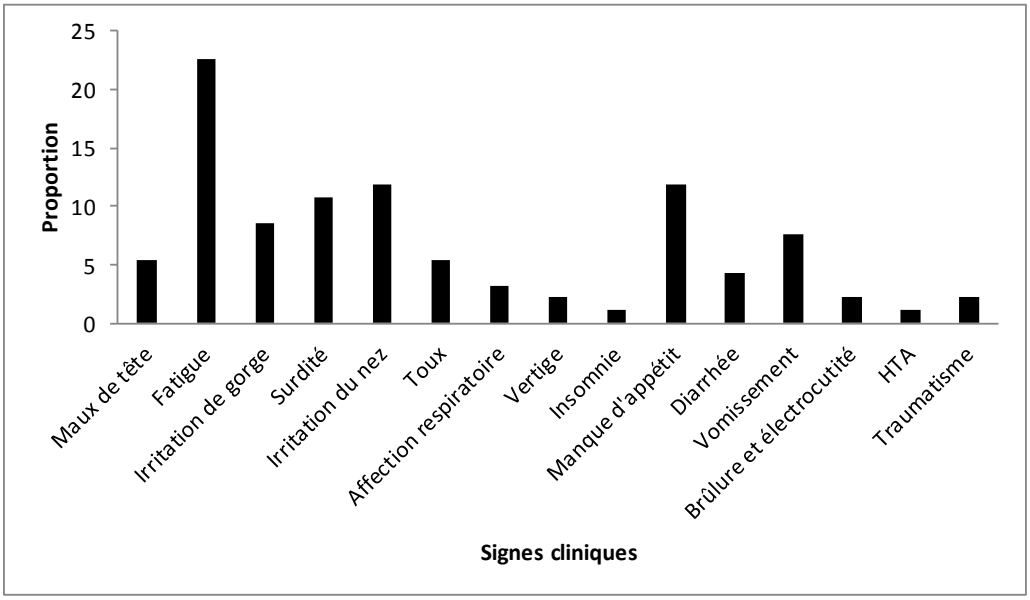


Figure 41 : Signes cliniques déclarés par le personnel dans les huileries

De l'analyse de la figure 41, il ressort que les ouvriers se plaignent plus de la fatigue (22,58 %) suivie de l'irritation de nez (11,82 %) contre l'insomnie dont souffre 01,08 % des travailleurs enquêtés. Pour identifier l'origine de ces signes, un intérêt est accordé à la fréquence des maux que les ouvriers ont déclarés persistant dans le temps, juste après leur embauche à la SHB et à Fludor Bénin (figure 42).

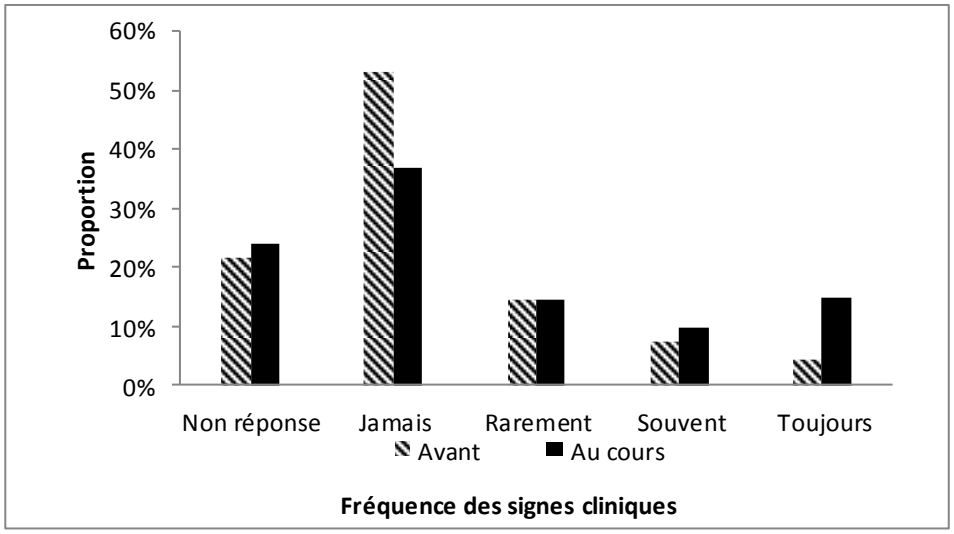
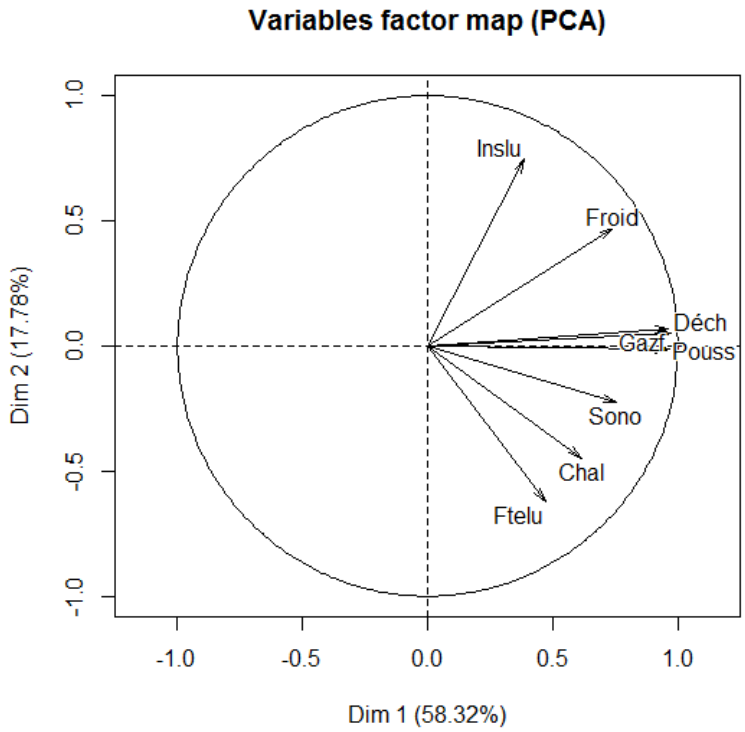


Figure 42 : Manifestations des signes cliniques (avant ou au cours des campagnes) selon le personnel des huileries

Les résultats de cette enquête révèlent que plus de 52,81 % des personnes interrogées ont affirmé n'avoir jamais souffert de ces maux contre 04,30 % qu'ils en étaient victimes avant les campagnes de productions. Au cours des campagnes, 36,90 % des ouvriers ont affirmé ne pas être affectés par ces signes contre 14,80 % qui sont toujours victimes de ces maux au cours de la campagne. Il ressort de cette analyse qu'au cours des campagnes de production, les ouvriers des huileries sont affectés par des maux dont surtout la fatigue, l'irritation du nez, les céphalées (maux de tête), le vomissement, etc. Une ACP a été réalisée pour sérier les principaux facteurs contribuant à la dégradation sanitaire de ce personnel (figure 43 et 44).

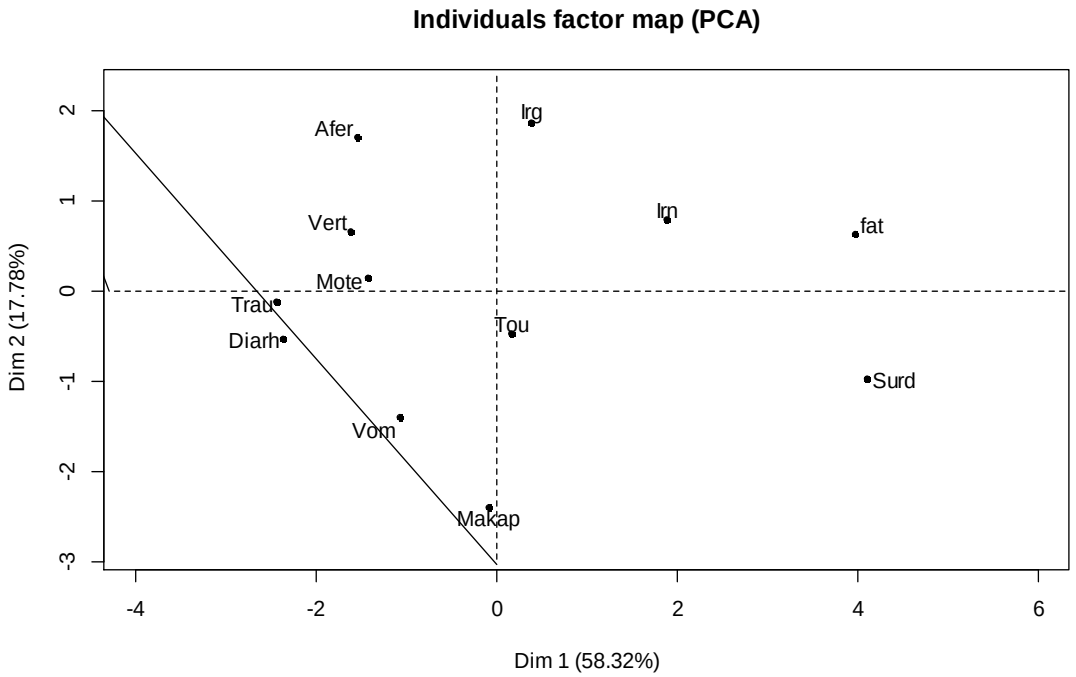


Legendre : Sono : Bruit de l'usine ; Pouss : Poussière émise à l'intérieur de section ; Inslu : Insuffisance de lumière à l'intérieur de la section; Ftelu : Forte lumière à l'intérieur dans la section; Chal : Chaleur émis ; Froid : Froid dans la section ; Déch : Déchet de coton ; Gazf : Gaz et fumées émis.

Figure 43 : Corrélation entre la fréquence des signes cliniques observés chez les ouvriers et les facteurs de pollution

Des résultats précédents, il découle que les ouvriers souffrent souvent de certains signes cliniques se manifestent lorsqu'ils sont en activité. Il en ressort que la proximité avec les machines et le contact avec les déchets produits par les huileries constituent un facteur favorable aux souffrances des ouvriers. L'Analyse en Composantes Principales (ACP) réalisée à cet effet montre que la première composante concentre 58,32 % des informations contenues dans le tableau de départ et qu'avec deux axes, on arrive à expliquer que 76,09 % des informations contenues dans les variables initiales ; ce qui est suffisant pour garantir une précision d'interprétation du tableau de départ.

L'analyse de la figure 43 permet de déduire que les variables comme le bruit, la poussière, la chaleur, le froid, les déchets solides et le gaz sont responsables des facteurs de dégradation de la santé des ouvriers concentrés autour de l'axe 1. L'axe 2 concentre la faible lumière et la forte lumière. Cet axe est influencé par la variation de la lumière dans les sections des huileries.



Afer : Affection respiratoire ; Diarh : Diarrhée ; fat : Fatigue ; Inso : Insomnie ; Iry : Iritation yeux ; Irg : Irritation de gorge ; Irn : Irritation du nez ; Makap : Manque d'appétit ; Mote : Maux de tête ; Surd : Surdité ; Tou : Toux ; Trau : Traumatisme ; Vert : Vertige ; Vom : Vomissement.

Figure 44 : Diagramme euclidien des signes cliniques des ouvriers par les facteurs de pollution

La figure 44 représente la projection des signes cliniques sur les deux premiers axes qui concentrent plus d'informations. Ainsi :

- les variables de la fatigue, de l'irritation du nez et de la surdité ont corrélé positivement autour de l'axe 1 avec des coefficients respectifs de 03,97, 01,88 et 04,10 ;

- les variables de la diarrhée, des maux de tête, de traumatisme et du vomissement ont contribué négativement à l'édification de l'axe 1 avec respectivement des coefficients de 02,35, 01,42, 02,43 et 01,61 et ;

- les variables des affections respiratoires et de l'irritation de la gorge ont contribué positivement à l'axe 2. Leurs coefficients sont respectivement 01,71 et 01,87. Ces variables s'opposent négativement au manque d'appétit, à la toux et au vomissement avec des coefficients respectifs de 02,3, 0,46 et 01,39.

Les figures 43 et 44 superposées permettent de dire que la fatigue, l'irritation du nez et la surdité très dominantes sont causées par le bruit et la poussière émis par les machines.

7-4-2 Impacts de la pollution des huileries sur la santé des riverains

Un environnement dégradé est un facteur facilitant l'invasion de la maladie en créant de multiples stress qui affaiblissent les défenses immunitaires (Legendre, 2003). Cependant, il est très difficile d'établir un lien entre les différents types de pollutions, les manipulations des déchets et les pathologies. Il est à noter que certaines pathologies comme le paludisme, les infections respiratoires, les maladies diarrhéiques sont donc des maladies classiques qui peuvent être provoquées par la dégradation de l'environnement, induite par la pollution des huileries et la manipulation de leurs déchets (figure 45).

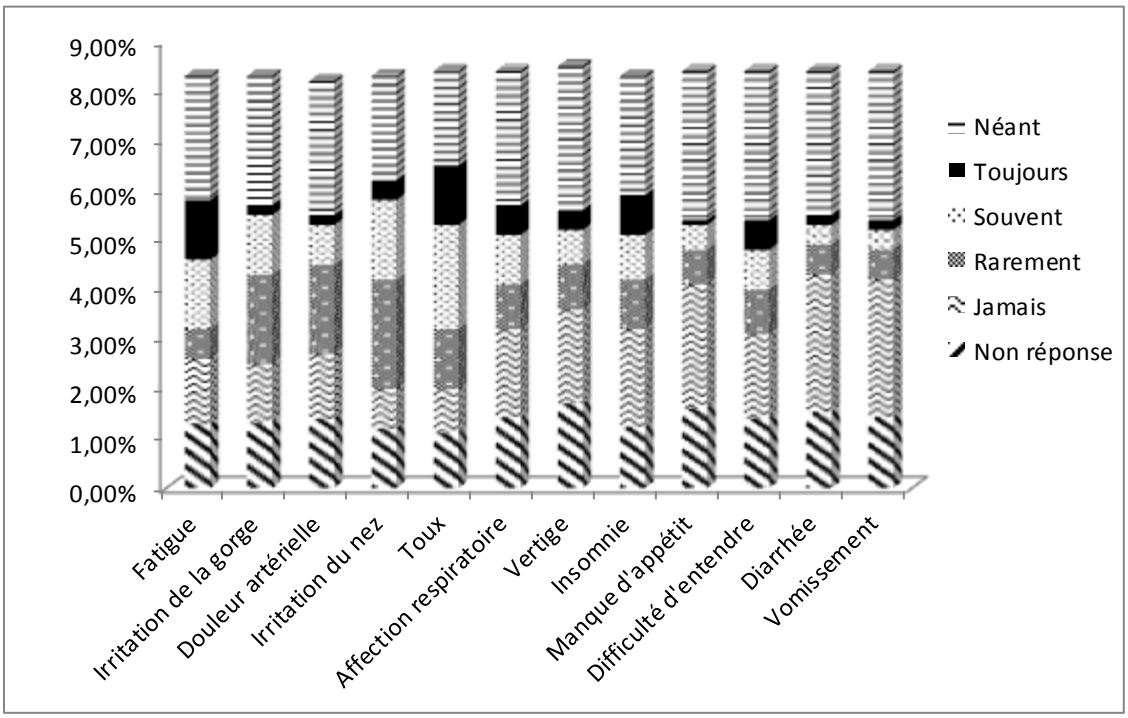


Figure 45 : Périodicité des signes cliniques des riverains

Les riverains ont affirmé souffrir de plusieurs affections, présentées par ce graphe. Celles qu'ils ressentent plus régulièrement sont la toux (souvent, (2,10 % et toujours, (1,20 %)) suivie de la fatigue (souvent (1,40 %) et toujours (1,20 %)). Ils souffrent moins du vomissent et de la diarrhée dans les même proportions (souvent (0,40 %) et toujours (0,20

%)). En s'intéressant à la régularité des signes cliniques (*toujours*) déclarés par les riverains, ces affections courantes précitées dominent (figure 46).

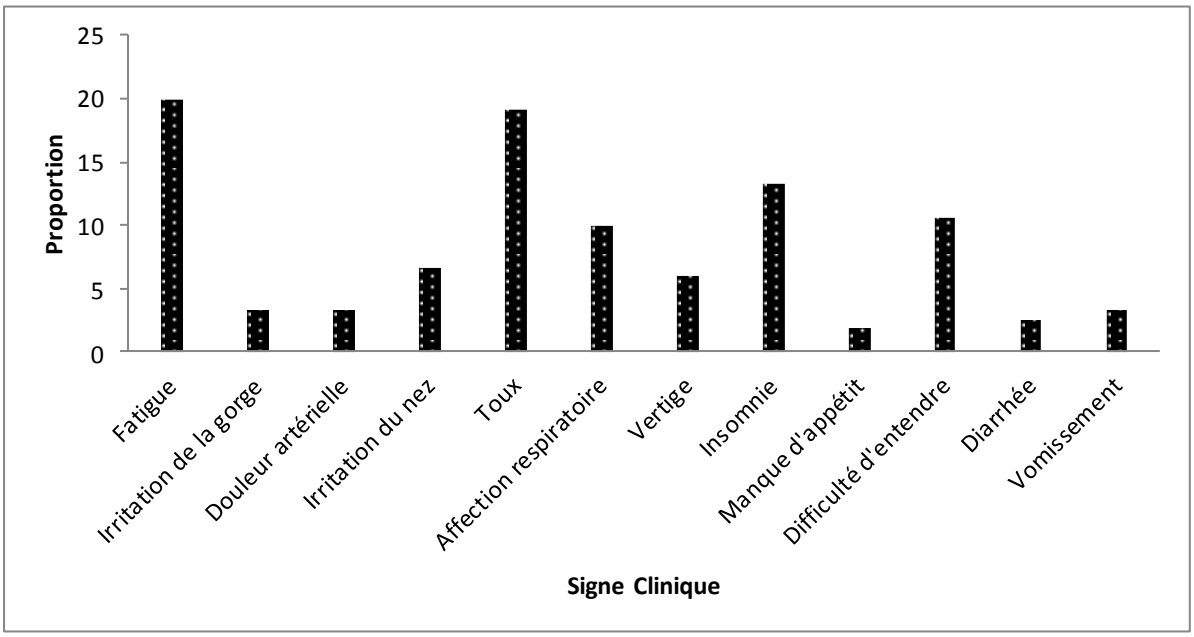


Figure 46 : Signes cliniques toujours vécus par les riverains des huileries

Cette figure montre l'évolution des affections dont les riverains déclarent souffrir tous les jours. Ainsi, la plupart (environ 19 %) d'entre eux, disent avoir toujours souffert de la fatigue et de la toux. Cependant 01,9 % sont affectés par le manque d'appétit.

Pour établir un lien entre les agents de pollution des industries dont les huileries et les signes cliniques des personnes qui en sont victimes, l'ABE a établi un ensemble d'effets relatifs à la pollution industrielle (tableau XXVII).

Tableau XXIV : Les polluants atmosphériques industriels et leurs effets sur la santé

Pollution atmosphériques	**Effets sur la santé humaine**
Particules en suspension entre 100 et 150 mg par m^3 pendant 24 heures d'exposition	Irritation des voies respiratoires inférieures et altération de la fonction respiratoire dans son ensemble, surtout chez les enfants et les personnes âgées
Fumées	Altération par temps calme ou dans une atmosphère confinée de la fonction respiratoire, gènes respiratoires, irritation des yeux

Odeurs	Quand elles sont présentes en forte concentration dans l'air, elles sont nuisibles : manque d'appétit, migraines, nausées, vomissements. Ces effets sont temporaires et disparaissent avec l'élimination de leurs causes
Monoxyde de carbone (CO) (10 mg par m^3 pendant 8 à 24 heures)	A petites doses répétées, le monoxyde de carbone peut être à l'origine d'intoxications chroniques, des céphalées, de vertiges, des vomissements, des asthénies, des troubles sensoriels. En cas d'exposition élevée ou prolongée, il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychiques irréversibles
Composés organiques volatiles (COV)	Les effets sont très divers selon les polluants et vont de simples gènes olfactifs ou respiratoires à une irritation ou à une diminution de la capacité respiratoire jusqu'aux effets mutagènes et cancérigènes

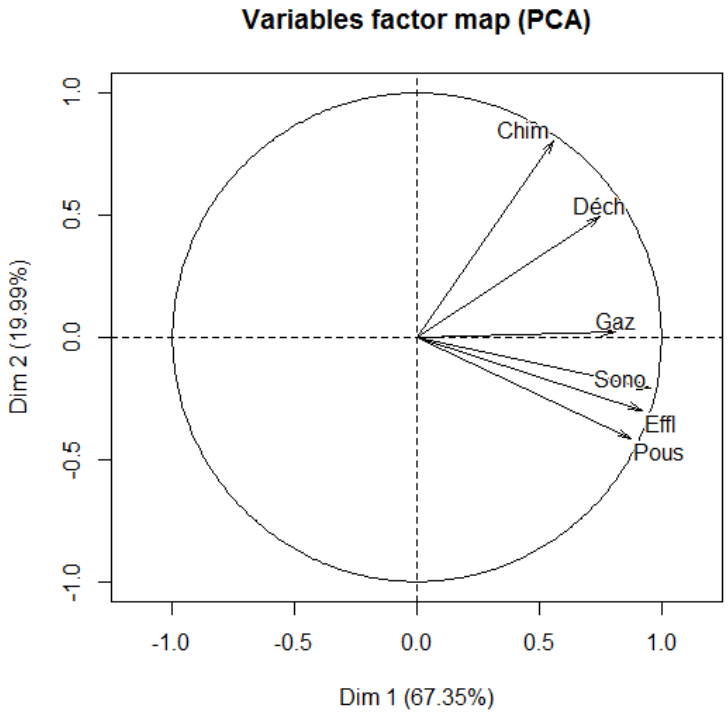
Source : Agence Béninoise pour l'Environnement (ABE), 1994

Ce tableau présente des signes cliniques qui peuvent affecter aussi bien les ouvriers et que les riverains des industries. Au regard de ces signes et de leurs causes, on peut conclure que les affections énumérées par les personnes interrogées au cours des enquêtes sont susceptibles d'être causées par les huileries.

De plus, en se basant sur les plaintes des riverains relatives aux ampleurs de la pollution des huileries de Bohicon et de Cana, les obligeant à saisir les autorités départementales en charge de la sauvegarde de l'environnement et même le tribunal d'Abomey (annexe 6), on peut établir un lien entre les pollutions des huileries tant décriées par les riverains et ses conséquences sanitaires.

Une ACP a été réalisée pour déterminer les éventuelles causes des signes cliniques déclarés par les riverains et les acteurs manipulant des déchets de ces industries (figures 47 & 48). Le tableau des valeurs propres (Annexe 5-3) affiche les proportions de variances cumulées de l'ACP. Elle donne une inertie totale de 87,34 % soit 67,34 % pour l'axe 1 et

19,99 % pour l'axe 2 (figure 47). Ce seuil d'inertie paraît suffisant pour tirer des conclusions importantes.

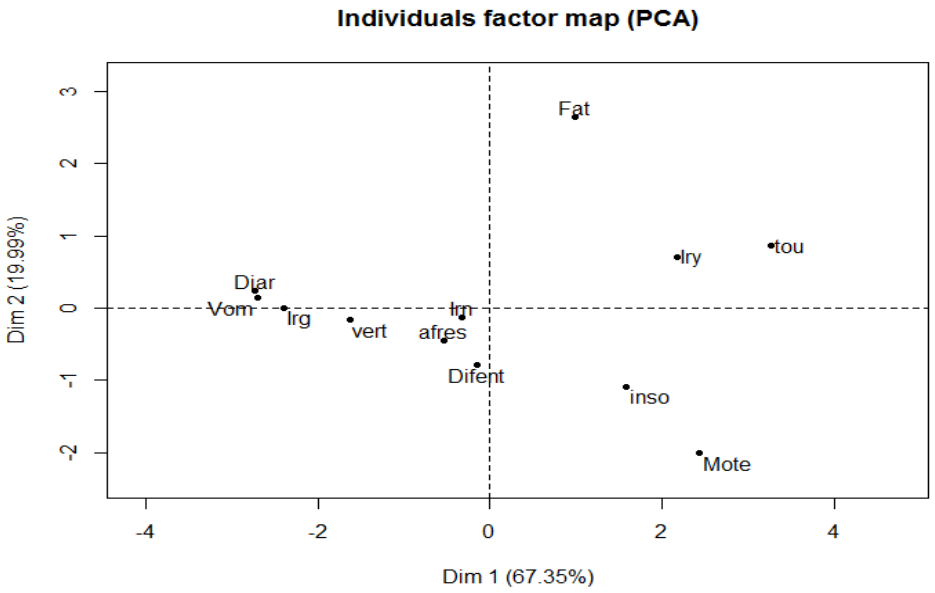


Sono : Pollution sonore (bruit des usines) ; Effl : Impact des effluents industriels ; Gaz : impacts des gaz des huileries ; Pous: Impact de la poussière ; Déch : Impacts des déchets solides ; Chim : Impact des produits chimiques

Figure 47 : Corrélation entre la fréquence des signes cliniques déclarés par les riverains et les facteurs de pollution

Il ressort de cette figure 47, que deux groupes se dégagent autour de deux axes :

- les variables de facteurs de pollution comme le bruit, les effluents des huileries, le gaz, la poussière et des déchets solides sont positivement corrélés autour de l'axe 1 et ;
- l'axe 2 est positivement corrélé avec la pollution chimique.



Afres : Affection respiratoire ; Diar : Diarrhée ; Difent : Difficulté d'entendre ; dart : Douleur artérielle ; Fat : Fatigue ; Inso : Insomnie ; Irg : Irritation de la gorge ; Iry : Irritation des yeux ; Irn : Irritation du nez ; Mkap : Manque d'appétit ; Mote : Maux de tête ; tou : Toux ; vert : Vertige ; Vom : Vomissement

Figure 48 : Diagramme euclidien des signes cliniques des riverains par les facteurs de pollution des huileries

La figure 48 présente la distribution des signes cliniques déclarés par les riverains des huileries autour des facteurs de pollution de ces industries. Il se dégage de cette projection que :

- les variables insomnie, irritation des yeux, maux de tête et toux sont positivement concentrées autour de l'axe 1. Leurs coefficients respectifs sont 01,58, 02,17, 02,43 et 03,27 ;
- les variables affection respiratoire, diarrhée, irritation de la gorge, irritation du nez et vertige sont concentrées négativement autour de ce même axe 1. Leurs coefficients sont respectivement 0,53, 02,73, 02,39, 0,33 et 01,63 et ;
- la variable fatigue est corrélée positivement avec l'axe 2 avec un coefficient de 02,64 tandis que la surdité est négativement concentrée sur le même axe. Son coefficient de corrélation est de 0,78.

Des figures 47 & 48, il se dégage que le bruit, les effluents des huileries, le gaz, la poussière et les déchets solides sont à l'origine des signes cliniques comme l'insomnie,

l'irritation des yeux, les maux de tête et la toux. De même les produits chimiques contenus probablement dans les déchets industriels recyclés par les riverains seraient à la base de la fatigue déclarée par eux.

Au-delà de ces signes cliniques évoqués par les riverains comme conséquences de la pollution industrielle, les personnes rencontrées sur les sites de décharges (planche 15) en quête des déchets industriels se plaignent de l'irritation de leur peau conduisant à la parution de boutons et de taches sur leur corps après la collecte.

Les acteurs s'engageant dans la recherche de ces déchets, ne sont munis d'aucun moyen de protection de leur corps. Ils ne prennent aucun soin de protection corporelle avant de se mettre à collecter les déchets de ces huileries. Ils sont presque nus et sont exposés aux effets des polluants et produits chimiques contenus dans ces déchets qu'ils manipulent. Ces conditions de récupération des déchets ne sont pas sans conséquences sur la santé des éboueurs qui se plaignent des problèmes dermatologiques.

Conclusion partielle

En résumé, les huileries produisent d'énormes déchets rejetés dans la nature. Bien que certains soient traités, la plupart de ces déchets dégradent l'environnement et ont des impacts négatifs sur les hommes. Les riverains qui s'intéressent à ces déchets, développent une ingénierie de valorisation de ces déchets à but lucratif. Ils ne disposent pas de moyens de protection capables de leur épargner des nuisances sanitaires.

Ces conséquences peuvent être traduites par le modèle d'analyse Pression– Etat– Impact –Réponse (PEIR). Un tel modèle est utilisé pour déterminer les impacts environnementaux et sanitaires liés à la mauvaise gestion des déchets industriels notamment sur l'environnement des huileries de Bohicon et de Cana (figure 49).

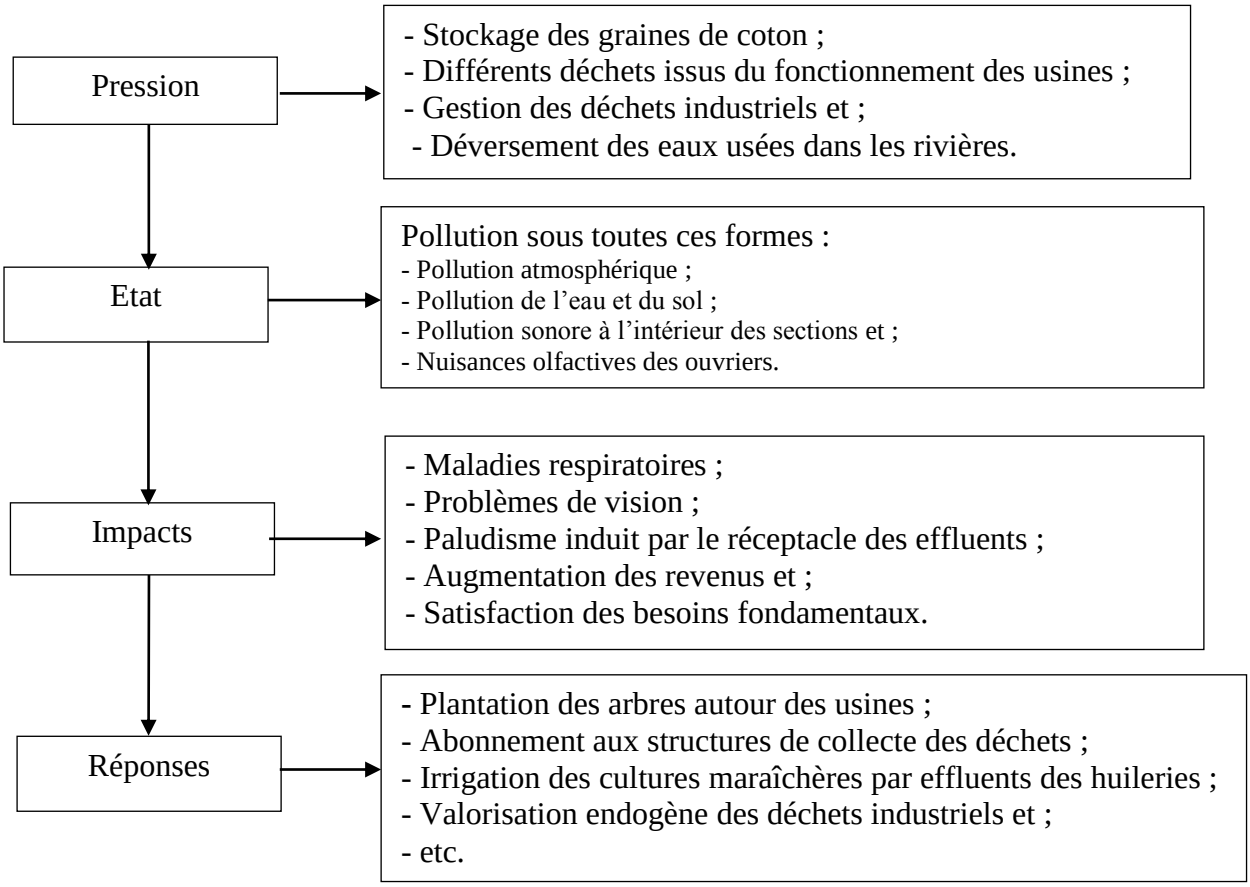


Figure 49: Modèle PEIR appliqué à l'analyse des résultats

Ce modèle établit un lien entre le fonctionnement des industries, les déchets produits, leurs modes de gestion et leurs effets sur l'environnement à travers les "impacts" et les réponses apportées par les acteurs chargés de la gestion des déchets. On en déduit que la conséquence de la production des déchets de ces industries et leurs différents modes de gestion est la pollution des différentes composantes de l'environnement et de la dégradation de la santé des populations qui sont installées dans leur entourage.

QUATRIEME PARTIE : ACTIVITES DE REDUCTION DE LA POLLUTION ET LEUR ANALYSE

Cette dernière partie est constituée de deux chapitres. Elle évoque en premier chapitre les différentes stratégies de réduction des déchets et de leurs effets. Son second chapitre présente les difficultés et les limites de l'étude.

CHAPITRE VIII : MESURES D'ATTENUATION DES NUISANCES ENVIRONNEMENTALES DES HUILERIES

Conscients sans doute des effets du fonctionnement des huileries sur l'environnement physique et humains, des actions sont menées par les industriels pour limiter leurs impacts. Ces efforts vont de la valorisation des déchets par les industriels, les riverains aux mesures juridiques prises par l'état

8-1 Politique environnementale instaurée par la SHB et Fludor Bénin

8-1-1 Mode de gestion des déchets solides de la SHB et de Fludor Bénin

Les modes de gestion des déchets solides varient d'une industrie à une autre. La SHB éliminait difficilement sa cendre, coques et imbrûlés de chaudière. Aussi, leur transport se faisait sans grande précaution sur des décharges situées dans les quartiers de Honmèho et de Sogba. L'insuffisance de précaution lors du transport entraîne l'épandage des déchets le long du parcours menant de l'usine vers le site. Après 2007, la plupart des déchets des huileries est recyclée (coques, tourteaux, acides gras, eaux usées de la raffinerie, terre, cendres de la chaudière). La gestion de la coque était une source de pollution. Par une technologie améliorée, elle est utilisée dans la production d'aliments pour les animaux (Vitanimal). Des efforts de valorisation des déchets s'observent. Les coques qui étaient par exemple, stockées à l'air libre et brûlées sans d'autres formes de précaution sont employées désormais comme combustibles à la chaudière. De plus l'émission d'imbrûlés de la chaudière a été considérablement réduite en récupérant pour réutilisation le condensat de la chaudière. Une partie des coques de coton est utilisée comme combustible pour la chaudière, le reste des déchets solide est envoyé sur une nouvelle décharge située à Siliho et attribuée à la SHB par la mairie de Bohicon.

A Fludor Bénin, les coques, qui constituent l'un des principaux déchets, sont utilisées comme combustibles à la chaufferie. Une grande partie de ses coques comme celles de la

SHB est vendue à la cimenterie d'Onigbolo (SCB Lafarge). Les déchets de délintage, le linter sont aussi utilisés comme combustible à la chaufferie. La gestion des autres déchets, constitués de cendre ou des imbrûlés de coques, des déchets ménagers et les tourteaux, est assurée par l'ONG AGEPEUA. Ce prestataire, lié à Fludor par un contrat depuis le 03 mai 2011 est chargé d'évacuer les déchets produits hors de l'usine. Les prestations sont relatives à la vidange des poubelles et des terres décolorantes, le balayage des pavés, le nettoyage des toilettes et le curage des caniveaux.

8-1-2 Techniques de traitement des déchets liquides de la SHB et de Fludor

Les deux huileries n'ont pas le même système de gestions des eaux usées. Si les eaux usées de la SHB ne subissent qu'une simple décantation, celles de Fludor Bénin passent dans une station d'épuration.

En effet, à la SHB, les eaux usées, issues du rinçage des machines et des fûts de couleur jaunâtre, sont déversées directement vers le bassin de décantation, sans traitement puis dans le réceptacle d'eaux usées situé à l'extérieur du domaine de l'usine. Les eaux pluviales suivent le même itinéraire. Elles sont canalisées dans le bassin de décantation (planche 10-1). Il s'agit d'un traitement biologique par lagunage anaérobie. Ces eaux usées ne subissent aucune analyse physico chimique avant leur rejet dans le bassin de décantation.

Après le remplissage du bassin, elles sont déversées dans la fosse creusée et ainsi abandonnées dans la nature (planche 10-2).





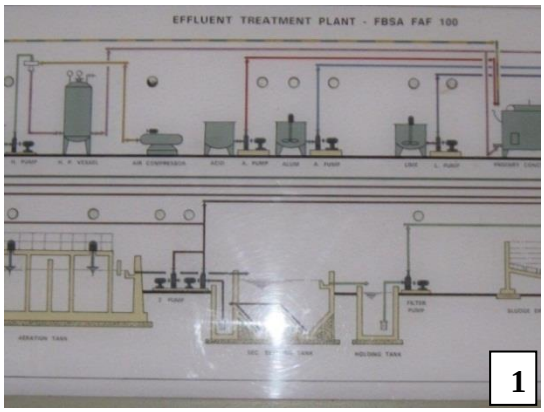
Planche 10: Lagunage de décantage des effluents de la SHB (1) et fosse recevant les eaux usées de la SHB (2)
***Prise de vues** : Guédénon, septembre 2013*

La planche 10 présente les systèmes de traitement des eaux usées de la SHB. La première photo du bassin de décantation des eaux usées de SHB et la seconde est celle de la fosse réceptrice de l'effluent décanté.

Les eaux usées de la SHB subissent un traitement biologique dans un bassin, caractérisé par 2,70 m de largeur, 7 m de longueur et 2,50 m de hauteur, soit un volume utile de 47,25 m^3. Cette profondeur du bassin est favorable aux conditions d'aérobiose. Ainsi, il s'agit d'un traitement biologique par lagunage aérobique. Les eaux usées de la SHB sont déversées dans un réceptacle situé en dehors du site, côté Sud de l'industrie à Sogba. Ce réceptacle érigé est une fosse de superficie de 50 m^2 et de 15 m de profondeur, soit un volume de 750 m^3. Son rôle est de recueillir des eaux souillées des usines de la SHB. Ces eaux chargées de matières grasses et de traces de produits chimiques ne sont ni analysées avant d'être rejetées dans la fosse o ù elles stagnent. En période de pluie elles débordent dans le domicile des riverains situés à moins de 500 m de la fosse.

Par ailleurs, les eaux usées industrielles de Fludor sont traitées par une station d'épuration schématisée par un pupitre (planche 11-1). Une partie de ces eaux traitées sert à l'arrosage d'un jardin potager et l'autre partie déversée dans la rivière Hlan.

Quant aux eaux pluviales chargées de résidus de déchets solides des huileries, de la restauration et celles qui ont échappé au traitement, elles sont drainées par une canalisation qui débouchent sur la même rivière (planche 11-2).



1


2

Planche 11: Pupitre présentant la synthèse de traitement des eaux usées de Fludor (1), rivière Hlan coulant juste au sud est de l'usine et recevant les eaux usées (2)
***Prise de vues** : Guédénon, septembre 2013*

Le schéma ci-dessus (planche 11-1) résume le système de traitement des eaux usées de Fludor Bénin. Ses effluents sont généralement des eaux de lavage alcalines. Ils sont traités à l'acide sulfurique pour un réajustement chimique. Le pH du milieu descend jusqu'au neutre (pH=7-8). Cette opération débute par une première phase d'homogénéisation des eaux usées rejetées dans un bassin par l'acide sulfurique, de chaux et d'aluminium selon que l'effluent est acide ou basique.

Un mélange d'eau et d'air est envoyé dans le milieu (eau + acide sulfurique) où il se produit une première flottation. Les particules en suspension colloïdale montent à la surface. Il s'en suit la phase d'homogénéisation des deux solutés. Après une homogénéisation parfaite, ce mélange composé d'eaux usées, de chaux et d'alum est recueilli dans le réservoir de flottation secondaire (*secondary flotation tank*). L'envoi, de l'air et de l'eau par une vanne, fait produire une seconde flottation. Les particules issues de la floculation remontent à la surface. La force gravitationnelle entraîne l'eau et les déchets dans un bassin de réception extérieur. Les particules et les autres déchets sont drainés avec de l'eau sur le lit de séchage pour une filtration à travers le sable.

Les eaux usées ainsi traitées sous l'effet de la force gravitationnelle coulent à travers les tuyaux pour regagner les bassins d'aération extérieurs. Lorsque le bassin d'aération est plein, cette eau ainsi traitée est ensuite vidé dans la rivière de Hlan, située juste au sud des lieux.

Quant aux autres déchets liquides (acides gras et savon), ils sont abandonnés dans des fosses et les huiles usagées sont vidées dans des fûts (planche 12).



Planche 12: Huiles usées conservées à la SHB (1) ; aire de stockage des déchets liquides (2)
***Prise de vues** : Guédénon, septembre 2013*

Ces fûts contiennent des huiles de vidanges. Leur contenu sera plus tard vendu à des prestataires pour être utilisé à des fins multiples.

8-1-3 Précautions pour une gestion durable des déchets industriels de la SHB et de Fludor

Les questions environnementales représentent aujourd'hui un enjeu stratégique pour les entreprises depuis la publication en 1987 du rapport Brundtland par la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement (Payre, 2008). Face à ce défi de développement industriel intégrant la préservation de l'environnement, les responsables de la SHB et de Fludor prennent des mesures pour réduire les effets de pollution. Ils tentent de trouver des techniques de gestion des déchets pour se conformer quelques peu aux règlements en vigueur afin de limiter les nuisances environnementales. Les enquêtes réalisées dans le cadre de ce travail permettent de se rendre compte du degré d'engagement des responsables des huileries dans la protection de l'environnement.

En effet, il est installé dans chacune des deux huileries un comité d'hygiène qui s'occupe aussi de la sécurité au travail des ouvriers. Ce comité est chargé de veiller à la propreté de l'intérieur de l'entreprise et de son entourage. Des séries d'activités se mènent au quotidien par des manœuvres pour maintenir la maison toujours propre.

A la SHB, le comité d'hygiène est dirigé par le chef du service de Contrôle Sécurité, Qualité et Développement Durable, secondé par un adjoint. Leur mission est d'assurer la propriété de l'unité industrielle et de veiller au port d'équipement de protection individuelle.

A Fludor Bénin, le comité d'hygiène est composé de trois équipes de veille environnementale. Ces équipes sont chargées de signaler les défaillances observées dans le système de production. Elles subissent un audit environnemental par an par des auditeurs internes formés sur le tas. Le suivi des différentes équipes de veille environnementale permet de faire le point des défaillances des six stratégies préalablement retenues, tout en notifiant celles qui ne sont pas conformités. En plus de ces aspects environnementaux la gestion des déchets solides à Fludor est confiée à l'ONG AGePEUA tandis que ceux produits par la SHB sont simplement déversés sur un site de décharge offert par la mairie de Bohicon à Siliho (Honmèho).

Pour limiter la pollution atmosphérique causée par les usines, les promoteurs ont planté des arbres tout autour des usines (planche 13). Des *Eucalyptus camaldulensis* sont plantés à la devanture de Fludor Bénin. Quant à la SHB, il est développé une grande forêt de tecks au nord de l'usine. Ces arbres limitent la propagation de la fumée et de la poussière produites par l'usine.

Ces dispositions n'ont malheureusement pas limité les nuisances subies par des populations. En 2009, les populations se sont soulevées pour protester contre les déversements des effluents de Fludor dans la rivière Hlan causant la mort des poissons. Pour calmer cette révolte populaire, la société a construit un petit pont pour désenclaver les villages de Alladaho et de Agbogbohonou, ainsi qu'un forage à Kanouhouagon. Ces constructions d'infrastructures apparaissent comme des œuvres d'apaisement des populations de ces villages qui s'étaient soulevées contre le déversement des effluents de Fludor dans les eaux de rivière Hlan, une eau abondamment consommées.









Planche 13: Brise-vent constitué de géants arbres de teck au nord de la SHB (1) ; Cette forêt pendant longtemps entretenue est en cours de déboisement(2). Fludor Bénin s'est entourée d'une haie d'arbres *Eucalyptus (3) ;* Agents de sécurité de Fludor-Bénin rinçant la poussière des arbres et de toiture de l'ensilage de l'usine (4).

***Prise de vues** : Guédénon, septembre 2013& juillet 2015*

Cette planche montre quelques soins pris par les industriels pour protéger l'environnement contre la poussière et la fumée des usines. Mieux, à Fludor Bénin, l'entretien des toits est régulièrement assuré par les ouvriers qui les nettoient. Ils s'évertuent à nettoyer la poussière et la fumée déposées sur les arbres chaque fois (planche 13-4). A la dernière visite de terrain d'août 2015, il a été observé que cette forêt la SHB est malheureusement détruite (planche 13-2).

Au-delà de ces actions signalées, il est difficile de se rendre compte du travail des auditeurs internes et externes qui gardent les rapports d'audit très confidentiels. Si les investigations ont permis d'analyser la non-conformité de deux rapports d'audits de la SHB, il est pratiquement impossible d'avoir ceux de Fludor inscrit dans sa logique de confidentialité.

Seules les analyses faites dont les résultats sont préalablement présentés, les observations et enquêtes réalisées auprès des ouvriers, riverains et autorités à divers niveaux font constater que l'environnement des huileries est resté dégradé.

8-1-4 Prévention et protection de la santé des travailleurs et des riverains

La prévention des risques professionnels est aujourd'hui une nécessité absolue, surtout avec l'évolution des technologies de plus en plus perfectionnées qui peuvent mettre en péril, à chaque instant, la vie de milliers de personnes sur leurs lieux de travail. Les raisons profondes de la recherche en prévention des risques professionnels vont au-delà de l'évitement ou du soulagement de la misère humaine. Elles sont également fondées sur des bases pécuniaires, donc économiques aussi bien pour le travailleur que pour l'entreprise (Nansi, 2005). Pour sécuriser le travailleur et le mettre en confiance, il faut l'inscrire à la caisse de sécurité sociale. Ce qui n'est souvent pas le cas dans la plupart des entreprises béninoises (figure 50).

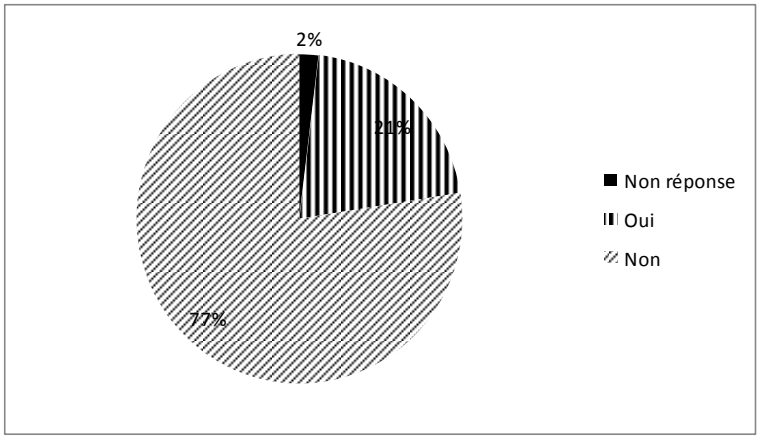


Figure 50 : Proportion des travailleurs des huileries déclarés

Du graphe ci-dessus, plus de 77 % des ouvriers ne sont pas déclarés à la caisse de sécurité sociale contre 21 % qui ont affirmé l'être inscrits. A la SHB, cette minorité déclarée à la caisse de sécurité sociale, ne représente que les 120 travailleurs permanents contre 250 occasionnels. Cependant, cet effectif est réduit depuis la crise connue par la SHB en 2014. Cette crise a conduit donc au licenciement de presque tout son personnel. La SHB a repris timidement ses activités avec la campagne de 2015. Quant à la Fludor, elle emploierait 231

personnes en décembre 2013. Seuls les ouvriers permanents recrutés par les sociétés sont déclarés à la caisse de sécurité sociale.

Les mesures de prévention de risques et des dangers sur un milieu de travail revêtent un caractère plus sanitaire. La surveillance sanitaire du travailleur va de la visite médicale de l'embauche jusqu'au suivi sanitaire tout au long de sa carrière. Les visites médicales d'embauche dans les huileries sont très rares (figure 51).

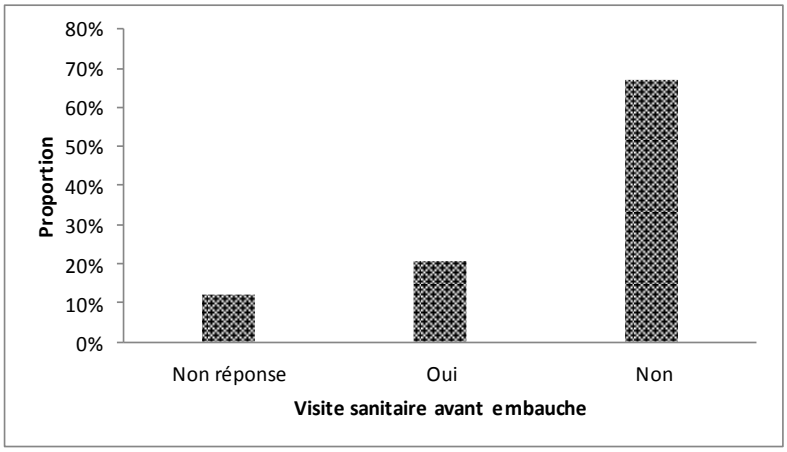


Figure 51 : Appréciation de la visite sanitaire avant le recrutement du personnel dans les huileries

Il est déduit de cette figure, que 67,30 % des ouvriers des huileries n'ont pas fait une visite médicale d'embauche avant d'être employés contre 20,60 % qui en ont bénéficié. Ces agents épargnés sont surtout des occasionnels recrutés pour des tâches précises et spécifiques comme l'entretien des entreprises, la manutention, etc. Le recrutement de ces manœuvres qui forment la majorité du personnel est confié à des structures privées. Il s'effectue à Fludor par la société Soulex. Ces ouvriers, à la recherche de job ne jouissent d'aucun privilège de visite médicale d'embauche. Cependant, il est offert à ces manœuvres des équipements de protection individuelle (EPI) par le comité de sécurité et d'hygiène qui existe dans les deux huileries. Ce matériel de travail fourni, est destiné à protéger les ouvriers sans formation pour la plupart contre les accidents du travail. Méprisant les enjeux de ce matériel de protection et des règles de sécurité et d'hygiène, certains ouvriers ne portent pas ces EPI (figure 52).

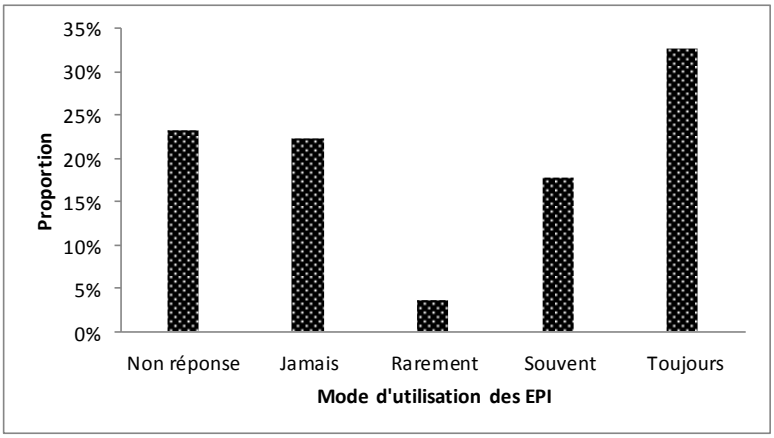


Figure 52 : Proportion du mode d'utilisation des EPI dans les huileries

Les enquêtes ont révélé que 32,70 % de ces ouvriers portent toujours les EPI. Cependant une bonne frange du personnel (22,40 %) n'utilise pas le matériel pour prévenir les accidents du travail. Les ouvriers estiment ne pas être suffisamment sensibilisés pour le port des EPI (figure 53).

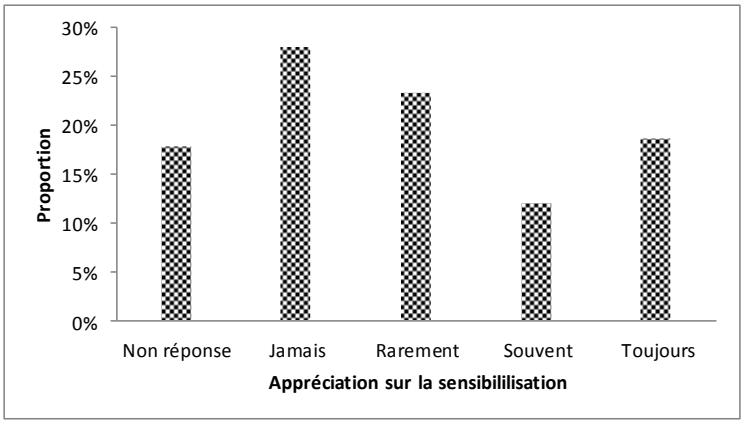


Figure 53 : Appréciation de la régularité de la sensibilisation pour le port des EPI

De la figure 53, il ressort que 28 % des enquêtés ont déclaré ne jamais être sensibilisés contre 18 % qui le sont. Cette situation est due au fait que la majorité des ouvriers, occasionnels, est remplacé au fil des années. Les formations et sensibilisations aux règles d'hygiène et sécuritaire réalisées ne sont pas capitalisées. Les nouveaux recrutés n'ont pas toujours la chance de bénéficier des séances de recyclage et de mise à jour à la reprise des campagnes de production d'huiles. De plus l'octroi des EPI n'est pas systématique (figure 54).

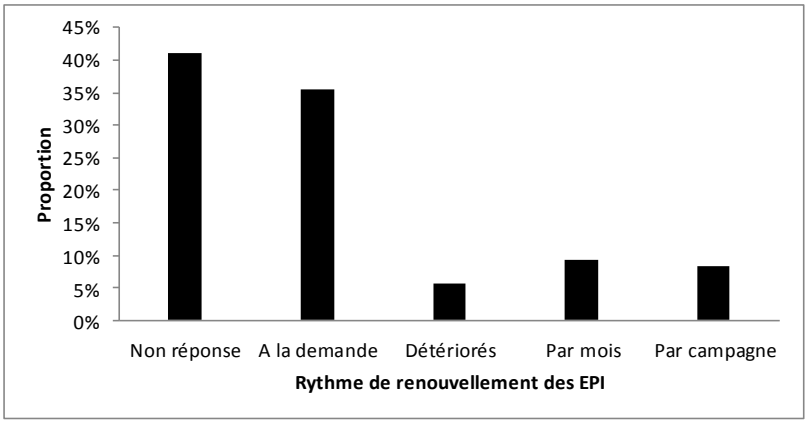


Figure 54 : Fréquence de renouvellement le personnel dans les huileries

La plupart des ouvriers enquêtés ne reçoivent les EPI que lorsqu'ils en demandent. Les matériels de protection, pour 35,50 % des personnes interrogées ne sont remplacées qu'après la demande. Ils sont très souvent demandés par les nouveaux manœuvres recrutés. Pour 08,40 %, les EPI sont octroyés par campagne. La remise du matériel de protection n'est donc par systématique car ils sont souvent emportés par les ouvriers à la fin des campagnes. Ils ne sont remis qu'après un état des lieux (tableau XXIV).

Tableau XXV : Evaluation d'EPI en défaut

	Casque	Lunette	Cache nez	Tenue	Gant	Chaussure
2006	3	5	0	0	23	22
2007	4	4	0	0	28	14
2008	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0
2010	0	3	0	3	11	7
2011	0	0	0	0	0	0
2012	6	4	0	3	26	7
2013	0	0	0	0	0	0

Source : Service de Contrôle de Qualité et Développement Durable

Ce tableau fait le point des EPI manquant à la SHB. Il est à retenir que des efforts se font pour l'acquisition du matériel qui ne manque pas pour autant à part le gang qui fait par moments plus défaut.

8-2 Gestion providentielle des déchets des huileries

La plupart des déchets issus du fonctionnement des huileries sont recyclés. Ils sont de grands fertilisants utilisés abondamment dans l'agriculture urbaine et la fabrication de savon.

Le recyclage très efficace des déchets des huileries, n'est qu'une participation exclusive de certains riverains. Les principaux processus de valorisation ont pour enjeux, la réduction de la production de déchets, la promotion des petites entreprises de recyclage et l'intégration de la récupération des ressources dans le système structuré de gestion de déchets. Ces activités occupent une importante frange de la population (figure 55).

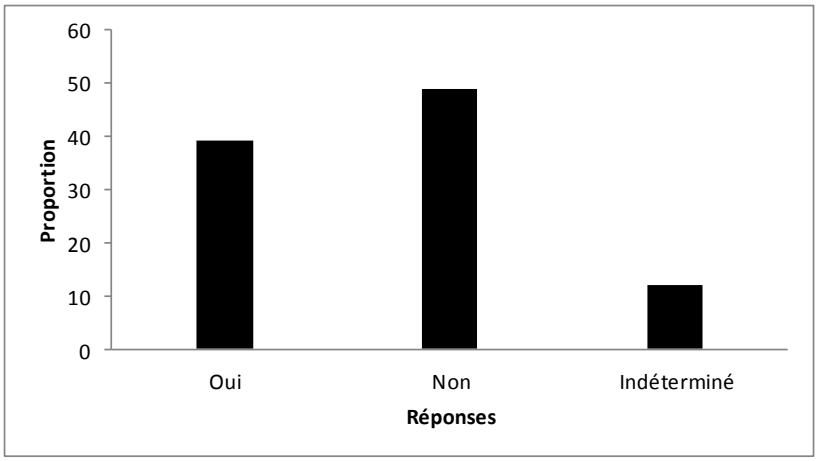


Figure 55 : Riverains occupés par la valorisation des déchets des huileries

Plus de 39 % des riverains interrogés avouent utiliser les déchets des huileries à des fins socio-économiques (figure 56).

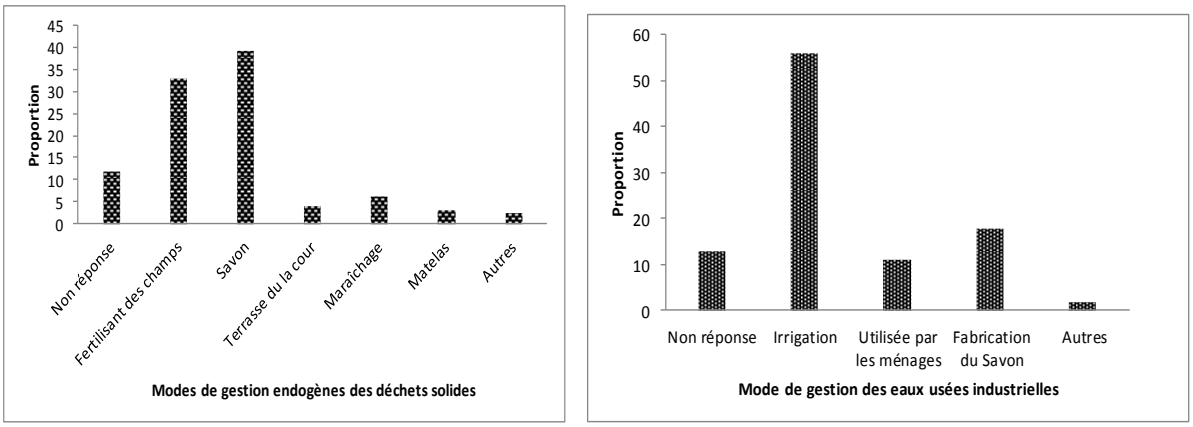


Figure 56 : Mode de gestion des déchets de la SHB

De l'analyse de cette figure 56, il ressort que 39,37 % des personnes interrogées fertilisent leur champ à l'aide des coques et graines de coton avariées et 6,3 % font le

maraîchage autour des eaux usées. Plus de 33 % des ménages riverains font du savon à partir des déchets des huileries.

8-2-1 Utilisation des déchets des huileries dans l'agriculture

La plupart des déchets issus du fonctionnement des huileries (coques, tourteaux, acides gras, eaux usées de la raffinerie, gâteau de terre, cendre de la chaudière) sont recyclables. Ces déchets sont de grands fertilisants et sont abondamment utilisés dans l'agriculture et le maraîchage (planche 14). Ils présentent d'énormes potentialités agricoles (tableau XXV) pour les sols dégradés de la zone.

Tableau XXVI: Teneurs des macroéléments des déchets utilisés comme fertilisants

macroélément (mg/kg)	Tourteau de graine de coton	Cendres de graine de coton	Eau usée industrielle
Calcium	3 043,49	18 122,36	03,09
Magnésium	5 864,9	27 694,26	03,69
Azote	4 899,77	1 140,92	60,33
Phosphate	2 124,11	148 373	07,55
potassium	02,24	13 583,04	20,00
Ca/Mg	0,52	0,65	0,84

Source : Résultats d'analyse de laboratoire, 2014

Ce tableau présente les caractéristiques des déchets des huileries utilisés uniquement comme de véritables fertilisants dans le maraîchage. En observant ces caractéristiques, les teneurs en calcium, en magnésium et en azote des tourteaux et de la cendre de graines de coton sont énormément supérieures respectivement à 07,3 et 0,8 (méq/100 g). Ce qui révèle que ces deux fertilisants sont très riches en calcium. Cependant, l'effluent des huileries contient une dose de potassium plus élevée que celle du tourteau à base de la graine de coton. De plus, les teneurs en macroéléments de l'effluent industriel sont relativement faibles par rapport aux autres déchets des huileries. Le rapport Ca/Mg des tourteaux, de la cendre et de l'effluent industriel permet de constater que celui des eaux usées industriels est plus élevé. Par ces valeurs, les eaux usées des huileries sont de grands fertilisants et plus recommandés que les autres déchets pour l'irrigation des terres.

La comparaison des éléments nutritifs contenus dans l'eau usée industrielle des huileries à ceux de l'eau de forage utilisée pour un arrosage à Honmèho (figure 57) permet de constater la richesse en éléments fertilisants de l'eau des huileries.

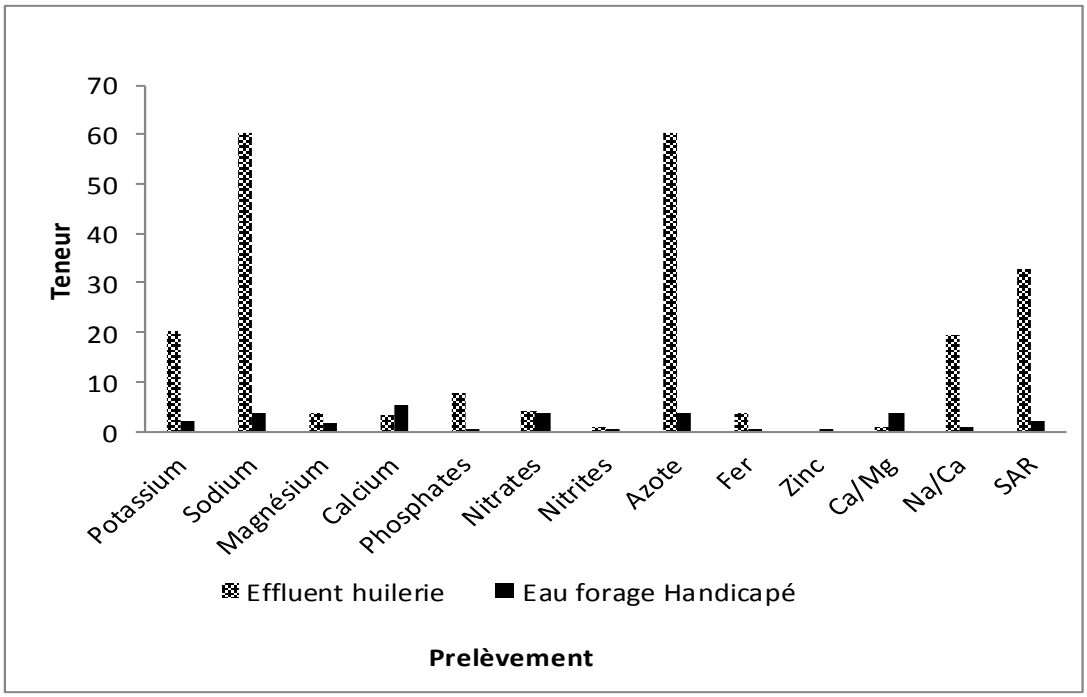


Figure 57 : Eléments nutritifs de l'effluent industriel et de l'eau de forage

Source : Laboratoire d'analyse de la SHB

Les macroéléments (N, P et K) contenus dans les eaux usées des huileries dépassent ceux de l'eau simple. La teneur en sodium et en azote de l'effluent est plus de 15 fois supérieure à celle de l'eau simple ; la valeur du potassium contenu dans l'effluent est 9 fois supérieures celle de l'eau de forage. L'eau usée est moins riche en calcium que celle de forage. Ce qui explique que le rapport Ca/Mg de l'eau simple (03,57) est supérieur à celui de l'effluent industriel (0,84). Cependant la valeur du rapport (Na/Ca) de l'effluent industriel (19,52) est plus élevée que celle de l'eau simple (0,66). C'est pourquoi cette eau usée de la SHB abandonnée dans la fosse à Sogba est très appréciée et abondamment utilisée par les jardiniers. Très riche, elle sert au renforcement des sols et contribuent à la production agricole, et au maraîchage en particulier (planche 14).

Ainsi, pourrait-on parler d'une nouvelle forme de gestion des industriels de la ville à la faveur de cette activité primaire. On y produit des céréales telles que le maïs, des légumineuses (du haricot) et des oléagineux (arachide) et des légumes. Les déchets participent au bon rendement de l'agriculture urbaine pratiquée dans les communes de Bohicon et de Zogbodomey.

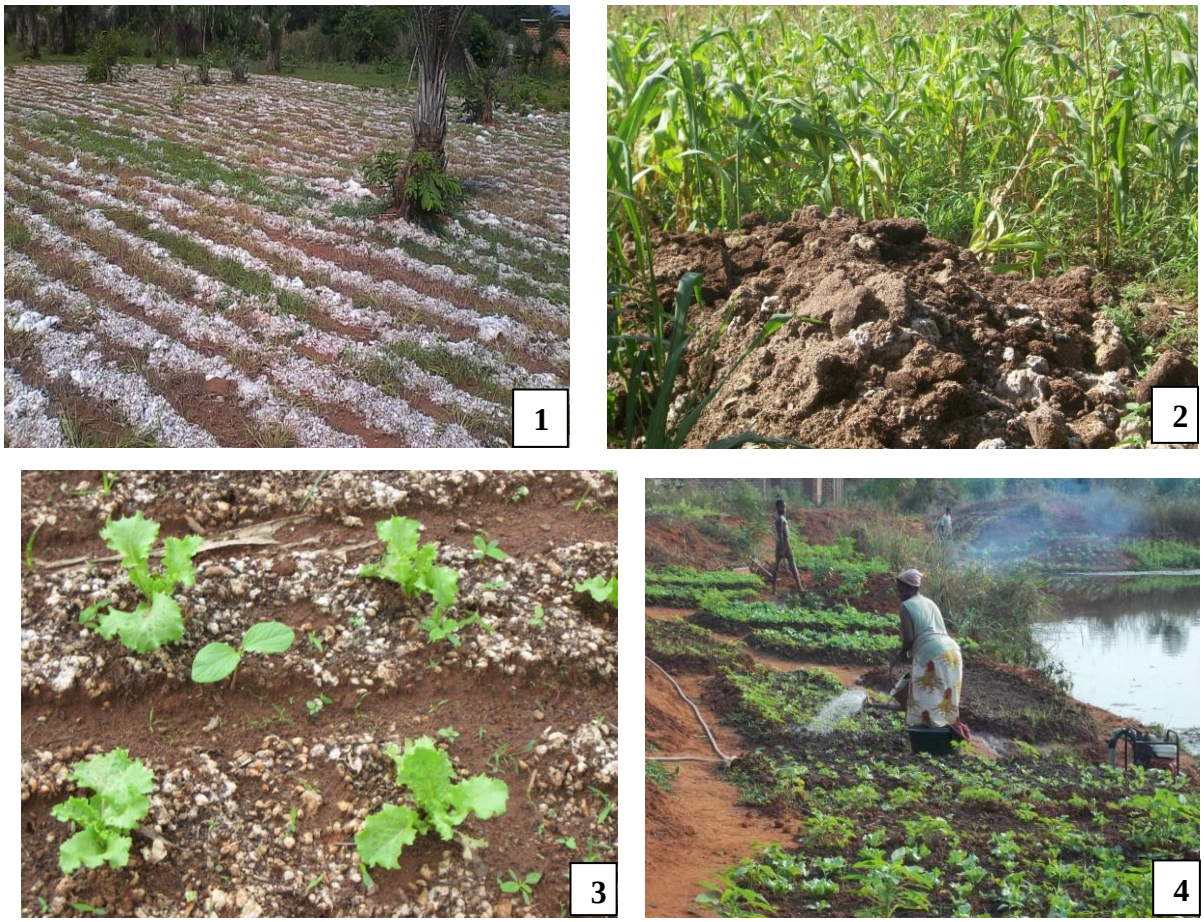


Planche 14: Déchets des huileries utilisés dans l'agriculture : déchets graines de coton d'un champ en attente de semence (1) ; coques récupérées et déversées sur la lisière d'un champ de maïs (2) ; graines de coton épandues sur des planches de laitues (3) et jardinier arrosant les plants avec les eaux usées abandonnées dans un bassin (4)

***Prise de vues** : Guédénon, septembre 2013*

Les photos ci-dessus présentent l'utilisation abondante des déchets solides (graines de coton, coques et cendres) qui sont épandus dans les champs en jachères ou sur des planches pour fertiliser les sols. Les eaux usées servent également à l'irrigation dans le maraîchage.

8-2-2 Valorisation des déchets industriels dans l'artisanat et le commerce

Les déchets de ces huileries constituent une matière première pour la fabrication de certains savons indigènes. Même si le processus de fabrication de ces savons varie selon les matières premières, il passe par la récupération des déchets, la transformation et la commercialisation avec des moyens limités. Les matières premières récupérées sont aussi bien solides (graines de coton avariées et cendres) que liquides (huiles usées et acides gras).

Pour avoir les matières premières, les fabricants des différents savons qui ont des moyens financiers achètent la cendre issue des chaudières (une des principales matières premières du savon) auprès des responsables des huileries. Ceux qui ont moins de moyens financiers calcinent les graines avariés de coton abandonnées. Ils courent aussi pour la récupération gratuite de ces graines ou pour leur achat à vil prix sur les sites de décharges (planche 15).



Planche 15: Cendres de déchets de coton de SHB à Sogba recueillies par un tiers pour la fabrication du savon kɔtɔ (1) ; des enfants à la collecte des huiles flottantes à la surface du bassin de rétention des eaux usées de la SHB à Sogba (2).
***Prise de vues** : Guédénon, septembre 2013*

Cette planche est constituée de photos de matières premières de savons indigènes (savon noir et de *kɔtɔ*) en récupération par des tiers. Il s'agit d'une part de la cendre de graines de coton récupérées dans un récipient et malaxées avec de l'eau pour avoir une solution basique d'hydroxyde de sodium (NaOH) ou de potassium et d'autre part d'une d'huile usée en récupération par des enfants pour servir de corps gras.

Sur les sites de décharge, certains jeunes riverains se livrent à la recherche et à la vente de la cendre de coques de coton-graine aux femmes produisant de savons traditionnels. Ce travail de récupération occupe des gens ayant une condition de vie précaire. Ce sont souvent des individus de couche vulnérable, en particulier des femmes et des enfants qui passent tout leur temps entre les sites de rejets des déchets et leurs "habitations".

Aussi, les artisans prennent-ils par moments, en absence des cendres, le soin de brûler les graines de coton avariés et abandonnées. Cette cendre obtenue après l'incinération est utilisée pour la production du savon indigène (planche 16).

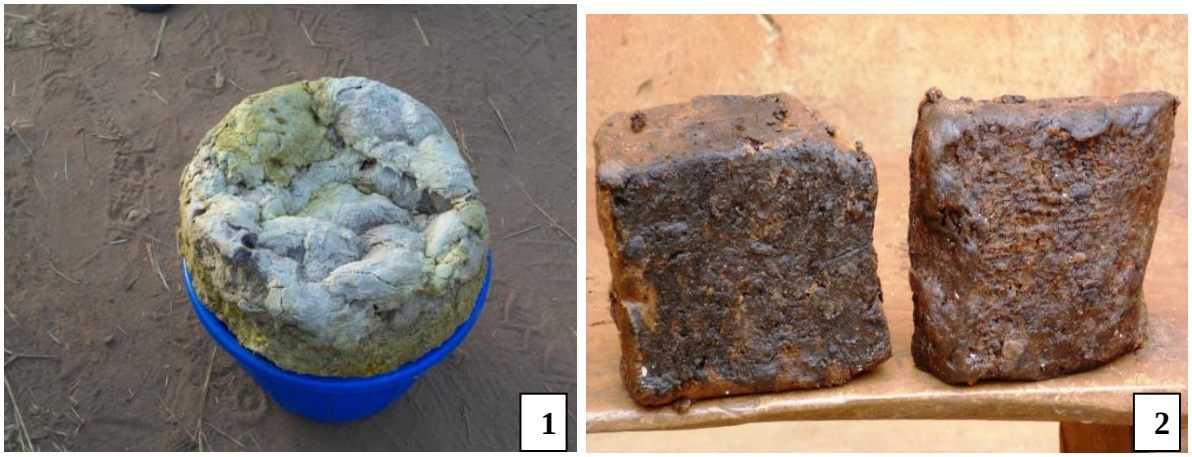


Planche 16: Le savon kɔtɔ, fait à l'aide de la cendre de déchets de coton de SHB recueillies à Sogba (1) ; *kpankan* fabriqué à partir des huiles usées et acides gras rejetés par les huileries (2).
***Prise de vues** : Guédénon, septembre 2013*

Les photos ci-dessus présentent deux types de savon. Ces savons sont obtenus par un processus chimique de saponification issu de la réaction entre un alcali (lessive) et un corps gras, généralement de l'huile. Dans un souci de valorisation des déchets des huileries, l'alcali est constitué de la cendre des graines de coton obtenue à partir de la chaudière ou des déchets de graines incinérés. Quant à l'acide gras, il est recueilli à la surface des effluents constitués d'huiles usées ou d'acides gras rejetés par les huiles. Il est, à la sortie, aussitôt récupéré par des riverains des usines pour servir à la fabrication du savon (planche 16).

En résumé, les déchets des huileries entassés dans la nature et très encombrants sont de plus en plus valorisés par les industriels et surtout par les populations (tableau XXVI). Ces

dernières ont cherché des moyens pour les dégager ou pour les rendre plus profitables. Ainsi l'usage des déchets à des fins de satisfaction de besoins et d'activités génératrices de revenu est une façon participative de gestion de cet environnement beaucoup pollué. Le déchet n'est plus considéré seulement comme un facteur de nuisance, mais également comme une ressource exploitable à des fins lucratives (Adégnika, 2004).

Tableau XXVII: Différentes utilisations des déchets des huileries

DESIGNATION	NATURE	UTILISATION
Coques	Déchets solides	- Combustible à la chaufferie - Vendues à la SCB Onigbolo
Terre décolorante Hors usage	Déchets solides	- Remblai de trous - Terrasse le sol
Tourteau Hors usage	Déchets solides bio dégradables	- Vendus sur le marché local suivant la demande du client - Combustible - Transformation en compost
Savon brut	Déchets liquides	- Vendu pour fabrication du savon artisanal
Acide Gras (*Fatty Acid*)	Déchets liquides	- Vendu pour fabrication de savon (une composante)
Cendre	Déchets solides	- Vendu pour fabrication de savon
Huile de vidange	Déchets liquides	- Vente
Eaux usées	Déchets liquides	- Rejet dans la nature (SHB) ou après traitement (Fludor) - Irrigation ou utilisation pour arrosage de l'espace vert et jardin de l'usine

Source : Enquête de terrain, 2014

Ce tableau récapitule les différents modes de gestion des déchets des huileries de Bohicon et de Cana. Cette gestion apparaît comme des réponses apportées par les riverains aux problèmes liés aux déchets très encombrants rejetés dans leur environnement par les industriels.

Il s'agit d'une agriculture urbaine qui contribue à l'absorption d'une bonne partie des déchets industriels : graines de coton, coque des graines de coton et même les effluents liquides de la SHB. De même, les coques de graines de coton sont également utilisées pour fertiliser le sol.

La cendre obtenue à partir de l'incinération est vendue aux femmes qui l'utilisent pour la fabrication de savon indigène et du savon noir, "*kpankpan*" et "*kɔtɔ*". Ce dernier est

beaucoup apprécié et commercialisé aux différents carrefours et dans les marchés de la ville et sur toute l'étendue du territoire. Quant aux gâteaux de terre, ils sont aussi vendus aux femmes en complément au bois de chauffe, comme un combustible très recherché pendant les saisons pluvieuses.

Ces différents produits issus du recyclage et de la valorisation des déchets des huileries sont diversement appréciés par les populations (figure 58).

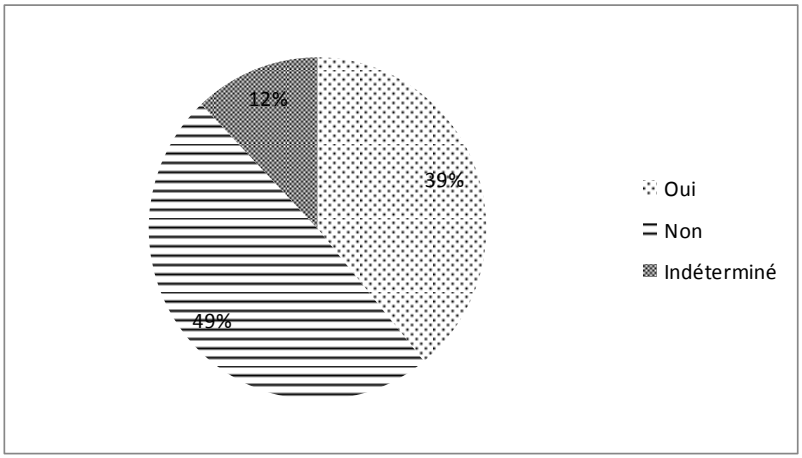


Figure 58 : Consommateurs des produits valorisés à base des déchets industriels

Les produits fabriqués à partir des déchets industriels sont commercialisés sur le marché local, voire régional. Près de 39 % des populations enquêtées avouent consommer les produits issus de la valorisation ou du recyclage des déchets des huileries de la SHB et de Fludor. On peut constater tout de même que 12 % des enquêtés restent indécis et ne savent pas que certains produits qu'ils consomment proviennent des déchets des huileries.

8-3 Etat béninois, pollution industrielle et sauvegarde de l'environnement

Selon la constitution béninoise du 11 décembre 1990, l'Etat a pour mission de créer un cadre réglementaire pour la protection de l'environnement. Il œuvre pour le respect de ce cadre juridique mis en place à travers les textes de lois en vigueur dans le pays par des industriels. Pour parvenir à ces objectifs de protection de l'environnement, il oblige les industriels à

respecter la nature dans toutes ses composantes en s'engageant dans des politiques de préservation de l'environnement.

Ainsi l'Etat béninois a joué sa partition en adoptant des conventions et traités ratifiés, des dispositions en faisant voter des lois par l'assemblée nationale et en prenant des décisions et arrêtés. Une grande base juridique est mise à la disposition des industriels (huileries) pour la sauvegarde de l'environnement (annexe 4).

Malgré ces multiples efforts, les problèmes environnementaux demeurent. En effet, les industriels se mettent à peine en conformité vis-à-vis de ces textes. Certains textes réglementaires pris sont à peine appliqués et d'autres ne le sont jamais. L'Etat manque d'énormes moyens pour contrôler, sensibiliser ou réprimer les sociétés qui ne respectent pas ce cadre institutionnel mis en place. Les audits externes sont à peine organisés.

Conclusion partielle

Les usines de la SHB et de Fludor affectent la santé des ouvriers et des riverains. Face à cette dégradation de l'environnement physique et humain, les industriels tentent de penser à des stratégies de réduction des déchets des usines et de leurs effets. Quant aux riverains, las de s'exposer aux nuisances de ces déchets, ils développent des stratégies de leur transformation à des fins économiques. L'Etat béninois a créé un cadre institutionnel afin d'obliger les huileries à contribuer au développement durable. Cependant, beaucoup d'efforts restent à déployer par toutes les parties pour préserver l'environnement industriel des huileries.

CHAPITRE IX : DISCUSSION, DIFFICULTES ET LIMITE DE L'ETUDE

9-1 Discussion

Le management efficient de l'environnement s'est imposé à toutes les entreprises industrielles depuis le rapport Brundtland en 1987. Au Bénin, les quelques industriels qui se sont installés respectent à peine le cadre juridique les obligeant à mieux gérer leurs déchets. C'est dans ce contexte que les deux usines productrices d'huile végétale, la SHB et Fludor Bénin sont implantées sur le plateau d'Abomey. Cette étude montre que la technologie de trituration des graines de coton mise en place par ces deux huileries se résume à la préparation de la graine de coton, à la presse de l'huile et au raffinage. La plupart des auteurs qui se sont intéressés au fonctionnement des huileries ont confirmé ce résultat. Ainsi, Kapseu (2009) synthétise les étapes de production des huiles végétales notamment le coton, au nettoyage de la graine, à l'extraction et au raffinage. Quant à Boudrant (2007), la fabrication des huiles végétales brutes comprend deux étapes de transformation que sont la pression mécanique à froid ou à chaud et l'extraction par solvant organique (souvent par de l'hexane). Toutefois, le processus de fabrication passe par le décorticage des graines, le broyage des amandes, la décantation et le filtrage de l'huile extraite (Koné, 2001).

De leur fonctionnement, les huileries produisent d'énormes déchets. Leurs déchets sont solides (des coques réutilisées, des cendres des chaudières et des gâteaux de terre de la raffinerie). Elles produisent abondamment d'eaux usées. Ces effluents subissent un traitement secondaire d'une part par Fludor Bénin et d'autre part, une simple décantation par la SHB avant d'être déversés dans la nature. Outre ces déchets quantifiables, les huileries dégagent de la poussière et de la fumée qui se mélange à l'atmosphère en prenant la forme de petites particules. Ces résultats sont confirmés par Ahinivi (2005), Guédénon (2011), Adjobo (2011) et Gléssougbé (2013). De nombreuses politiques de gestion de ces déchets sont pensées pour limiter les dégâts environnementaux. Les coques des graines de coton qui étaient un véritable casse-tête servent aujourd'hui de combustible aux chaudières et vendues à la cimenterie

Lafarge. Ces politiques environnementales dites écologies industrielles contribuent à la réduction des déchets industriels. Ces avantages constatés sont soutenus par Boiral (2004), Boiral et Kabongo (2004), Diemer et Labrune (2007) et Payre (2008). Ces auteurs ont montré les intérêts économiques et environnementaux de la réutilisation des déchets dans le système de production des industries. Au-delà de cette réutilisation induisant la haute technologie industrielle, les déchets des huileries de la SHB et de Fludor sont utilisés dans l'agriculture sur le plateau d'Abomey. Des analyses de détermination de la teneur en N, P et K et les observations faites montrent que les coques abandonnées dans la nature comme déchets, les graines avariées de coton et les eaux usées sont de grands fertilisants dans le domaine de l'agriculture. Ces résultats sont confirmés par Adjobo (2011) et Djogninou (2008). Pour ce dernier, 88,88 % des agriculteurs préfèrent utiliser les déchets de coton en raison de leur moindre coût par rapport aux engrais chimiques de synthèse. Dans le maraîchage, les eaux usées industrielles sont très appréciées par les jardiniers. Ils contiennent des éléments majeurs N, P et K assez assimilables par les végétaux. Ces résultats sont confirmés par Sou (2009). Pour cet auteur, la croissance des végétaux nécessite un approvisionnement en macronutriments (azote, phosphore et potassium) et en oligonutriments. Ainsi, l'azote est-il utilisé dans la synthèse des acides aminés (constituants de base des protéines). Il favorise la croissance des tissus végétaux, ce qui en fait un facteur de rendement important. Il est présent dans les eaux usées sous forme minérale (N_NO_3 et N_NH_4) ou organique, mais il est absorbé par les plantes uniquement sous forme minérale, essentiellement nitratée (N_NO_3). Quant au phosphore, il est un constituant cellulaire et un transporteur d'énergie. En tant que constituant cellulaire, il participe, avec l'azote, à la croissance de la plante, notamment au développement des racines. Il favorise également la floraison, la maturation des fruits et la formation des graines. Le potassium est nécessaire à la photosynthèse et à la synthèse des protéines. Il permet également à la plante de mieux résister à la sécheresse. Une carence ou un excès en

potassium augmente la sensibilité de la plante au parasitisme. Il se présente sous forme d'ion minéral K^+ dans les eaux usées (Sou, 2009). Cependant, une forte dose de ces différents éléments est nuisible aux plantes. C'est pourquoi, l'auteur suppose qu'un apport d'azote en quantité excessive est contre-productif, notamment pour la culture des fruits et légumes. Ce qui entraîne une surcroissance végétale qui retarde la maturité des fruits et en détériore la qualité. Ce phénomène s'observe fréquemment dans le cas de la réutilisation agricole des eaux usées, lorsque celles-ci n'ont pas fait l'objet d'un traitement préalable susceptible de réduire la charge en azote.

Au-delà de cette nuisance chimique, la manipulation des déchets des huileries en méconnaissance de toutes règles hygiéniques peut affecter la santé des artisans. Ce point de vue est partagé par Nansi (2005), Edah (2010) et Guédénon *et al.*, (2011). Pour ces auteurs, les personnes qui exploitent les déchets des huileries (cendre et huiles usées) pour la fabrication du savon indigène sont exposées aux problèmes de dermatose. C'est pourquoi, pour Nansi (2005), les femmes qui récupèrent le *soapstok* portent à 78,57 % des dermatoses parce qu'elles travaillent sans protection.

En se conformant aux textes en vigueur, les usines de production des huiles adoptent plusieurs modes de gestion des déchets. Il s'agit du traitement des eaux usées, de l'abonnement à des structures de collecte des déchets solides, de la commercialisation des coques de coton et de leur réutilisation dans le processus de production des huiles. Malgré toutes ces stratégies des huileries de la SHB et de Fludor, le fonctionnement des usines dégrade énormément leur environnement industriel. Leurs déchets comportent des polluants aussi bien physiques que chimiques qui affectent toutes les composantes de l'environnement immédiat. Cette hypothèse vérifiée à travers les différentes analyses faites est conforme aux travaux de Ahinivi (2005), Guédénon (2011), Adjobo (2011) et Gléssougbé (2013).

Toutes ces études ont montré que les eaux usées de Fludor, bien qu'elles soient traitées, polluent abondamment les eaux des rivières Hlan et Vêtênou, et même les eaux souterraines. Hassoune *et al.,* (2006), Bawa *et al.,* (2006), Dégbey *et al*., (2008), Hazourli *et al.,* (2007) & Boutayeb *et al.,* (2012) ont prouvé à travers différentes études que les effluents industriels contribuent à la dégradation des eaux de surface, des rivières et souterraines. Pour justifier cette pollution, Ahinivi, (2005), explique que les coques de coton sont entreposées dans les usines plus précisément au voisinage des caniveaux d'évacuation des eaux usées. Leur inondation par les effluents industriels, surtout en période de pluie (mai à juillet et septembre à novembre), facilite la prolifération des insectes volants tels que les moucherons et un genre de coléoptère du nom *de Tribolium castaneum*. Ces coléoptères apparaissent à la tombée de la nuit. Soclo (2008), a montré les effets néfastes des eaux usées sur les sols riverains de la fosse réceptrice des effluents liquides de la SHB bien qu'elles subissent une décantation. Ces eaux réduisent considérablement la fertilité des sols. Pour lui, les eaux usées de la SHB, très basiques, peuvent présenter non seulement un risque sérieux de contamination des ressources en eau en remontant leur pH, mais également elles peuvent être une source potentielle de dégradation physico-chimique des terres inondées (perte de structure, prédisposition à un lessivage des sels minéraux) conduisant à une perte de fertilité.

Quant aux végétaux, ils sont aussi affectés par les particules. L'augmentation des rayons ultra-violets conduit à des modifications de la composition chimique et à la formation de certaines espèces végétales par le biais des changements opérés dans l'environnement physique (Nansi, 2005). Selon Djogninou (2008), la poussière réduit les échanges du gaz carbonique et de la vapeur d'eau de l'air ainsi que la lumière solaire nécessaire à la photosynthèse, en bouchant les ostioles de la surface foliaire. Elles réduisent la pollinisation et la fécondation, en diluant la quantité de pollens diffusée. Par ailleurs, de par leur composition,

cette poussière a des caractéristiques hypothermiques pouvant entraîner la destruction des pollens ou de leur pouvoir fécondant.

La pollution atmosphérique s'explique selon Adjobo (2011), par le rejet de la poussière dans l'air par les différentes machines utilisées dans les usines (SHB et Fludor). Cette poussière se dépose sur les objets, le matériel, les voitures en stationnement dans la zone d'influence ; les toitures des maisons environnantes et finalement se retrouvent dans les citernes d'eau non couvertes à la faveur des pluies.

Les populations de Sogba et de Honmèho sont les plus exposées à la pollution causée par la SHB tandis que celles de Dodomè sont les plus victimes du fonctionnement de Fludor. Les machines industrielles dégagent de la fumée dans l'atmosphère. Cette fumée contient des particules noires qui, une fois entrées dans l'œil, engendrent des dommages. Selon 50 % des populations, cette fumée pique énormément quand elle est en contact avec les yeux. Elles affirment parfois que ladite fumée fait perdre le contrôle aux conducteurs et est à la base des accidents. (Adjobo, 2011). Pour Saloufou-Alidou Mehouelley (2003), 75 % des travailleurs exposés aux risques professionnels sont victimes des problèmes de santé au travail (douleurs, courbatures, névralgies, etc.). Aussi, Nansi (2005) prouve-t-il que d'anciens travailleurs d'une entreprise industrielle, à la retraite, longtemps exposés au bruit sans protection pendant qu'ils étaient en activité, sont aujourd'hui atteints de surdité irréversible. L'exposition prolongée à des niveaux très élevés entraîne la perte définitive du sens de l'ouïe. Ces signes cliniques sont spécifiques aux industries.

9-2 Difficultés et limite de l'étude

La présente recherche a pour ambition d'étudier la gestion des différents déchets produits par les huileries de la SHB et de Fludor et leurs impacts environnementaux. En outre, il fallait analyser les différentes mesures prises par ces usines pour limiter leurs effets sur l'environnement et de faire l'état des lieux de la dégradation du milieu.

Ce qui a permis la réussite de cette étude, c'est une maîtrise parfaite du fonctionnement de la SHB et de Fludor. Elle a exigé une plus longue période de stage ; les autorisations devront être accordées par les responsables des usines. Il me revenait aussi en accord avec les industriels de faire des prélèvements d'échantillons de différents déchets produits par les usines. De plus, le recours à un certain nombre d'appareils d'évaluation a permis d'évaluer le degré de pollution à l'intérieur des unités industrielles.

De ce fait le sujet était très sensible pour les industriels qui évitaient les charges qu'entrainerait l'état des lieux qui pourrait avoir pour corollaire l'application de la loi du pollueur payeur. Déjà, la réalité sur le terrain dans ce secteur était que les industriels s'opposent même à la visite du site par un Inspecteur de la Police Environnementale. Il est donc clair que l'accès serait plus difficile à un simple curieux ou un chercheur ?

La toute première des difficultés est relative à l'autorisation de stage. Si elle a été accordée par la SHB, les responsables de Fludor lui ont opposé un refus catégorique ; ceci malgré la lettre d'autorisation accordée par l'EDP et les nombreuses demandes d'autorisation avec recommandations déposées. Seules les investigations, les ruses et la persistance dans la quête des informations ont permis d'être finalement autorisé pour une semaine de stage après deux ans de négociations à Fludor Bénin. Au cours de ce stage, j'étais accompagné, suivi de près et certaines données m' étaient refusées d'accès. De l'autre côté à la SHB, après un mois de stage, (septembre 2013), le promoteur de l'usine, pour des raisons politiques (qu'on ne peut avouer ici) et d'acquisition de matières premières (graines de coton) a dû ordonner la fermeture de l'usine. Ce n'est qu'au cours de la campagne de 2015, que la SHB a repris ses activités de production d'huiles végétales.

Pourtant, notre engagement était d'étudier les impacts environnementaux en utilisant l'Analyse de Cycle de vie, un outil qui exige la quantification de la pollution. A toutes ces difficultés s'ajoutent l'originalité des méthodes d'évaluation de la toxicité des déchets qui

nécessite non seulement une technologie de pointe très coûteuse mais aussi une démarche scientifique rigoureuse. Il n'était pas aisé de déplacer ces appareils très en ces milieux hostiles, difficiles d'accès à un chercheur. Ce travail souffre également de l'impossibilité de déterminer la quantité des gaz à effets de serre émis dans la nature par les sociétés SHB et de Fludor Bénin du fait de la panne du seul véhicule laboratoire d'analyse de la qualité de l'air de la Direction Générale de l'Environnement. Il m'était impossible de quantifier le degré de pollution atmosphérique causée par ces huileries. Voilà quelques problèmes relevés auxquels des solutions n'ont pu être trouvées qui ont influencé la qualité de ce travail.

CONCLUSION GENERALE

Il serait très prétentieux de dire que cette étude a abordé tous les contours de la gestion des déchets des huileries de la SHB et Fludor dans une approche systémique.

L'étude des impacts environnementaux des déchets des huileries est appuyée sur l'identification de leur production, leur conséquence sur l'environnement et les différentes mesures prises pour atténuer leurs effets. C'est essentiellement ce qui a motivé le plan de présentation de cette thèse.

Ce travail procède à la présentation des différentes étapes de la production des huiles végétales à base du coton surtout, du soja et des noix de karité quelques fois. Ces étapes sont la préparation des graines de coton, la presse de l'huile et le raffinage. D'immenses quantités de déchets sont produites par la SHB et Fludor Bénin. Ces déchets solides répertoriés et évalués à une moyenne annuelle sont la coque (34 010,76 tonnes et 13 340,06 tonnes respectivement pour la SHB et Fludor) ; la cendre (462,99 tonnes et 425,33 tonnes respectivement pour la SHB et Fludor Bénin) ; les gâteaux de terre (117,87 tonnes et 212,75 tonnes respectivement pour la SHB et Fludor). Ces huileries produisent également des eaux usées, des acides gras et du savon. La SHB génère 26,79 tonnes d'eaux usées et 32,67 tonnes d'acides gras en moyenne par an. Quant à Fludor Bénin, elle dégage 19,66 tonnes d'acide gras et 50 tonnes d'eaux usées par semaine. En plus de ces déchets quantifiés, les huileries émettent de la poussière et de la fumée dans l'atmosphère. En somme, les huileries rejettent une importante quantité de déchets dans la nature.

Ainsi, par les effets des déchets et les polluants émis, le fonctionnement des huileries de la SHB et de Fludor contribuent à la dégradation de l'environnement. Cette étude empirique axée sur la documentation existante a montré que les huileries dégradent toutes les composantes de l'environnement. La pollution atmosphérique dans le voisinage des huileries est causée par la poussière, la fumée et les bruits émis par les machines. Les pollutions des

sols et des eaux (de surface et souterraines) sont dues aux déchets solides et liquides de ces huileries. La SHB et Fludor créent de nombreuses nuisances sanitaires aux travailleurs et riverains ; ce qui est justifié par les nombreuses plaintes des populations auprès des autorités en charge de l'environnement dans les communes de Bohicon et de Zogbodomey.

Conscients sans doute des nuisances des déchets, les industriels prennent des mesures pour limiter la dégradation de l'environnement. L'une des solutions apportées dans le processus de fonctionnement, allant dans le sens de préservation de l'environnement est d'intégrer l'utilisation des coques de coton comme combustibles des chaudières. De plus, une bonne partie des coques est vendue aux cimenteries pour les mêmes fins. De même, une quantité abondante de certains déchets comme la coque et sert à la fabrication des aliments de bétail, de pellets et de tourteaux et du savon. Les acides gras et savons sont aussi vendus à la population qui les transforme en plusieurs types de savons indigènes. Ces initiatives réduisent les déchets produits par les huileries. Le reste des déchets inutiles aux huileries est enfin évacué hors des usines pour servir de fertilisants dans les champs ou pour être valorisés autrement. Quant aux eaux usées, une fois traitées ou décantées, elles sont déversées dans la nature et employées dans le maraîchage.

Malgré les multiples pratiques améliorées de gestion des déchets de ces huileries, de nombreuses plaintes dénonçant la pollution de la SHB et de Fludor sont recensées. Il est urgent de trouver des solutions alternatives pour y remédier. Les solutions à envisager doivent tenir compte des efforts de la valorisation des déchets faits par les riverains et basées si possible sur les idéaux fondant l'hypothèse de Porter notamment la théorie *gagnant-gagnant*. Face à ces résultats, les suggestions suivantes peuvent être faites :

- A l'endroit des responsables de la SHB

Les véritables problèmes de la SHB sont essentiellement la gestion des eaux usées et la position du site de décharges ; ce qui fait des quartiers de Sogba et de Honmèho les plus

exposés. Il revient aux responsables de cette usine de penser à installer un système moderne de traitement des eaux. Le bassin du réceptacle des eaux usées peut être maintenu à cause de son utilité pour les riverains, mais il doit être mieux entretenu. Il est urgent que le site de décharge des déchets solides soit déplacé de la ville. Il faut aussi que ce site fasse l'objet d'une étude d'impact environnemental en collaboration avec la Direction Départementale de l'Environnement de Zou-Collines.

- A l'endroit des responsables de Fludor

Cette huilerie doit accompagner les études qui se réalisent à propos de cette situation et tenir compte de leurs résultats pour améliorer les belles initiatives prises dans le domaine environnemental. Le principal problème de Fludor demeure la pollution des eaux de rivière de Hlan et de Vêtênou. Il faut que le comité de veille environnementale procède à la maintenance et l'entretien régulier de son système d'épuration des eaux usées et canaliser les eaux usées qui échappent aux traitements vers son propre verger. Les responsables en charge de l'environnement doivent également déplacer le site de décharge, situé juste à côté de la rivière Vêtênou pollué. Un site plus approprié doit être choisi.

- A l'endroit des autorités

Les autorités municipales doivent surveiller réellement la gestion des déchets produits par ces différentes huileries. L'Etat doit avoir l'œil sur tout ce qui se passe dans ces différentes sociétés à travers la direction départementale de la police environnementale qui manque de personnel et de moyens. Il n'existe qu'un seul inspecteur environnemental pour tous les départements du Zou et des Collines. Il doit régulièrement faire les audits externes annuels et surveiller l'application des recommandations. Il serait bon que l'Etat accompagne ces structures vers la certification environnementale, la norme ISO 14001.

BIBLIOGRAPHIE

Achak M., Ouazzani N. et Mandi L., 2009 : Traitement des margines d'une huilerie moderne p ar infiltration-percolation sur un filtre à Sable. *Revue des sciences de l'eau*, vol. 22, n° 3, 2009, pp. 421-433.

Adégnika M. F., 2004 : *La gestion des déchets solides ménagers en milieu urbain d'Afrique sous la double contrainte de service public et d'efficacité économique*. Mémoire de DEA. UAC/FLASH/EDP, Abomey-Calavi, 92 p.

Adjahossou V. N., 2008 : *Etude de quelques aspects socio-économiques et environnementaux de la production de l'ananas par les petits producteurs dans le département de l'Atlantique.* Mémoire de DEA. UAC/FLASH/EDP, Abomey-Calavi, 145 p.

Adjavon A. L., 2000 : *Stratégie nationale de lutte contre la pollution atmosphérique en République du Bénin, Cotonou*, MEHU-GTZ 1998, 70 p.

Adjobo L. A. P., 2011 : *Gestion des graines de coton : effets environnementaux et socio-économiques dans la commune de Bohicon.* Mémoire de maîtrise de géographie. UAC/FLASH/DGAT, Abomey-Calavi, 71 p.

Agossou S.A.N., 2011 : L'industrie pour le développement de l'Afrique. *Annales de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences Humaines.* Université d'Abomey-Calavi (Bénin) Volume 2, n° 17, décembre 2011, pp. 138-157.

Agossou S.A.N., 2014: *Initiation à la méthode de travail (Licence, Master, Doctorat).* Porto-Novo : EPA/CERADE, 246 p. Coll. Initiation n°3, 2e édition refondue et augmentée.

Ahinivi E.A., 2005 : *Contribution à l'évaluation de l'impact des effluents liquides industriels sur l'environnement : cas de la Société des Huileries du Bénin (SHB) et de la Société FLUDOR.* Mémoire d'ingénieur des travaux. UAC/EPAC/ Abomey-Calavi, 93 p.

Ahossane K., 2001 : *Secteur industriel et développement durable en Côte d'Ivoire*. ONUDI, Activités Préparatoires du Sommet Mondial de Rio + 10 sur le Développement Durable, XP/GLO/01/005, 34 p.

Arques P., 1998 : *La pollution de l'air: Causes. Conséquences. Solutions*. Edisud, 207 p.

Assemblée Nationale du Bénin, 1999 : *Loi-cadre sur l'environnement*. Loi n°98-030 du février 1999, Bénin.

Attolou S. R., 2006 : *Gestion de l'environnement à Cotonou : Acteurs et logiques*. Mémoire de maîtrise de sociologie-anthropologie. UAC/FLASH/DSA, Abomey-Calavi, 126 p.

Barriuso E., Calvet R., Schiavon & Soulas G., 1996 : Les pesticides et les polluants organiques des sols. Transformations et dissipation. Forum sur « Le sol, un patrimoine menace ? ». Paris, 24 octobre 1996, numéro spécial, pp. 279-296.

Baud, P. & *al*., 1997 : *Dictionnaires de géographie*. 2ème édition. Hatier.

Bawa M. L., Djaneye-Boundjou G.&Yaya Boukari Y., 2006 : Caractérisation de deux effluents industriels au Togo : étude d'impact sur l'environnement. *Afrique Science*, 02(1) (2006), ISSN 1813-548X, pp.57-68.

Benabdeli K. & Harrache D., 2008 : Quels indicateurs du développement durable en milieu industriel pour conforter la gestion du risque ? *Vie & sciences de l'entreprise*, 2008/2 , n° 179-180, pp. 9-21. DOI : 10.3917/vse.179.0009.

Blancher P, Paquiet P. & Zampa C., 1996 : Industries chimiques et territoire : contraintes et opportunités de développement. *Revue de géographie de Lyon.* Volume 71, n° 1, 1996. pp. 23-30.

Boiral O. & Kabongo J., 2004 : Le management des savoirs au service de l'écologie industrielle. *Revue française de gestion*, 2004/2, n° 49, p. 173-191. DOI : 10.3166/rfg.149.173-191

Boiral O., 2004 : Environnement et économie : une relation équivoque, *VertigO* - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 5, n° 2 | novembre 2004, mis en ligne le 01 novembre 2004, consulté le 15 juin 2015. URL : http://vertigo.revues.org/3386

Boiral O., 2005 : Concilier environnement et compétitivité, ou la quête de l'éco-efficience. *Revue française de gestion.* 2005/5 n°158, pp 163-186. DOI : 10.3166/rfg.158.163-186

Boko, M. (éd) (2005) : *Pollution de l'environnement et santé publique*. Edition revue et corrigée, 160 p.

Boubaker L., 2012 : *Contribution à l'intégration d'une politique environnementale dans les activités des entreprises algériennes en vue d'une amélioration de leurs performances environnementales*. Thèse de doctorat de l'Université Hadj-Lakhdar, Batna/ Hygiène et Sécurité Industrielle/Gestion des Risques. 143 p.

Boudrant J., 2007 : *Procédés Biotechnologiques Innovants, enjeux et défis.* Acte du 9ième Journée Cathala-Letort. Présenté le 13 juin 2007 à Paris, 37 p

Boutayeb M., Bouzidi A. & Fekhaoui M., 2012 : Etude de la qualité physico-chimique des eaux usées brutes de cinq villes de la région de la Chaouia – Ouardigha (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique,* Rabat, section Sciences de la Vie, 2012, n° 34 (2), pp. 145-150.

Cabinet de Recherche et d'Etudes pour un Développement Durable, 2009 : *Etude d'Impact sur l'environnement du projet de création d'une usine d'extraction et de raffinage d'huile de palme et de palmiste à Obèkè (Adja Ouèrè/Département du Plateau en République du Bénin.* Rapport définitif, 113 p.

Centre Béninoise pour le Développement des Initiatives à la Base, 1999 : *Schéma et Profil Environnemental de la Ville de Bohicon*, 78 p.

Cirelli C., 2006 : La vulnérabilité sociale d'une ressource abondante : épandage des eaux usées et protection de l'environnement au Mexique. *Géocarrefour* [En ligne], volume 8. 01/01/2006, mis en ligne le 01 septembre 2009, Consulté le 21 juillet 2012. URL : http://geocarrefour.revues.org/1796

Coffi S. S., 2012 : Ri*sques environnementaux et sanitaires de la gestion des eaux usées des quartiers « Xwlakomey et Togoudo » dans l'arrondissement de Godomey*. Mémoire de cycle 2. UCAO/FASE/GEAT. Cotonou, 88 p.

Debourdeau A., 2007 : *Prendre en compte l'environnement dans la sphère du produire. Normalisation par les dispositifs socio-techniques en réseau et formes d'engagement environnemental*. Political science. Université de La Rochelle, 1182 p.

Dégbey C., Makoutodé M., Ouendo E-M., Benjamin Fayomi B., & De Brouwer C., 2008 : La qualité de l'eau de puits dans la commune d'Abomey-Calavi au Bénin. *Environnement, Risques & Santé.* Volume 7, n° 4, juillet-août 2008, pp. 279-283.

Dékin A. T., 2007 : *Extension urbaine et gestion des déchets solides dans la ville de Bohicon et ses périphéries*. Mémoire de maîtrise de géographie. UAC/FLASH/DGAT, Abomey-Calavi, 80 p.

Démon A., 1991 : *Activités et humaines et dégradation de l'environnement dans la circonscription urbaine de Kandi*. Mémoire de maîtrise de géographie. UNB/FLASH/DGAT, Abomey-Calavi, 103 p.

Deschamps T., Benzaazoua M., Bussière B., Belem T. & Mbonimpa M., 2006 : Mécanismes de rétention des métaux lourds en phase solide : cas de la stabilisation des sols contaminés et des déchets industriels. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement.* Volume 7, n° 2 septembre 2006. L'Afrique face au développement durable.

Devillers P-H., 2010 : *Huiles végétales. Guide d'aide à l'application des meilleures technologies disponibles.* Institut des Corps Gras, 73 p.

Diemer A., & Labrune S., 2007 : L'écologie industrielle : quand l'écosystème industriel devient un vecteur du développement durable. *Développement durable et territoires* [En ligne], Varia, mis en ligne le 30 août 2007, consulté le 07 novembre 2013. URL : http://developpementdurable.revues.org/4121 ; DOI : 10.4000/developpementdurable.4121.

Djogninou C., 2008 : *Impacts environnementaux des activités d'égrenage de coton de la SONAPRA au Bénin : cas de l'usine SONAPRA de Bohicon*. Thèse de doctorat unique. UAC/FLASH/EDP, 216 p.

Dorier-April E. (dir), 2005 : *Ville et environnement*. Paris: SEDES, 512 p.

Dovonou E. F., 2012 : *Diagnostic qualitatif et environnemental de l'aquifère superficiel du champ de captage intensif de Godomey au Bénin (Afrique de l'ouest : éléments pour un plan d'actions stratégiques de protection des ressources en eau souterraine exploitées*. Thèse de doctorat unique. UAC/FAST/ CIPMA, 143 p.

Drechsel P. *et al.,* 2011 : *L'irrigation avec des eaux usées et la santé: évaluer et atténuer les risques dans les pays à faible revenu*. IWMI, CRDI, Presses de l'Université du Québec. 440 p.

Druez-Vérité C. & Niek G., 2008 : *Les apports de la certification ISO 14001*. Group Afnor, Cedex-France, 47 p. www.afnor.org.

Edah J., 2010 : *Impacts environnementaux de la production du savon noir à Kinkinhoué (Commune de Djakotomey).* Mémoire de maîtrise de géographie. UAC/FLASH/DGAT, Abomey-Calavi, 89 p.

Farinet J-L & Niang S., 2004 : Le recyclage des déchets et effluents dans l'agriculture urbaine. *Smith O. B., Moustier P., Mougeot L. J. A. et Fall A., (éd), Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone : Enjeux, concepts et méthodes.* Cirad et Crdi, 2004, pp. 143-169

Fatoumbi A. H., 2012 : *Agriculture et dégradation de l'environnement dans la commune d'Adja-Ouèrè*. Mémoire de DEA de géographie. UAC/FLASH/EDP, Abomey-Calavi, 97 p.

Fellah S., Attarassi B. A., Chafi A. H., 2012 : Intégration des préoccupations environnementales en industrie agroalimentaire : utilisation de l'analyse de cycle de vie et de l'éco-conception. *La science en liberté.* Volume 4, n ° 120117, ISSN 2111-4706, 18 p.

Fonkeng G. E., Chaffi C. I. & Bomda J., 2014: *Précis de méthodologie de recherche en sciences sociales.* Yaoundé, Cameroun : Graphicam, 230 p. Coll. Initiation n° 3, 2e édition refondue et augmentée.

Forbes V.E. & Forbes T.L. 1997 : *Ecotoxicologie : théorie et applications.* Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, Cedex 07, 256 p.

Gartet A., Fengour M. E., Gartet J., & García C. C., 2009 : Dégradation de la qualité des eaux du barrage Sahla : traitement et gestion des risques de pollution (Province de Taounate, Rif – Maroc septentrional). *Papeles de Geografía*, 2009, ISSN: 0213-1781; pp. 41-54

Gendreau F., Gubry P & Veron J., (dir), 1996 : *Populations et environnement dans les pays du Sud*. Paris : Karthala, CEPED, 308 p.

Gibigaye M, Guédénon D. J. &., Igué M., 2013 *: Gestion endogène des déchets solides dans le doublet urbain Abomey-Bohicon : contribution à un assainissement durable au sud Bénin ?* Présenté à la deuxième Journée de la renaissance scientifique de l'Afrique du CBRST, édition 2013.

Glessougbé N. R., 2013 : *Caractérisation des effluents générés par la société des huileries du Bénin : diagnostic et perspectives*. Mémoire de licence professionnelle. UAC/EPAC/ Abomey-Calavi, 53 p.

Gondran N., 2001 : *Système de diffusion d'information pour encourager les PME-PMI à améliorer leur performance environnementale*. Thèse de doctorat, Ecole des Mines de Saint Etienne, 334 p.

Guédénon D. J. & Gibigaye M., 2012 *: Risques environnementaux de la gestion des eaux usées dans les quartiers Xwlakomey et Tougoudo de Godomey (République du Bénin).* Présenté à la journée de la renaissance scientifique de l'Afrique (JRSA) du CBRST ISBA-Cotonou, 13 p.

Guédénon D. J., 2011 : *Gestion endogène des déchets solides dans le doublet urbain Abomey-Bohicon.* Mémoire de DEA de géographie. UAC/FLASH/EDP, Abomey-Calavi, 130 p.

Guédénon D. J., Gibigaye M. & Agossou N., 2011 : Gestion endogène des déchets industriels dans une ville du Bénin : Bohicon. *Acte du 3ème colloque de l'UAC*, Volume I, décembre 2012, pp. 429-452, ISSN: 1840-5851.

Guendéhou G. H. S., 2000 : *Contribution à l'inventaire des gaz à effet de serre à Cotonou : secteur déchets*. Mémoire de DESS. MEQUE/FAST, Abomey-Calavi, 83 p+ annexes.

Hamzi R., 2008 : *Modélisation et impacts à court terme d'un incendie en milieu ouvert sur l'environnement*. Thèse de doctorat de l'Université de Batna/ Hygiène et Sécurité Industrielle/Gestion des Risques. 138 p.

Hassoune E. M., Bouzidi A., Koulali Y. & Hadarbach D., 2006 : Effets des rejets liquides domestiques et industriels sur la qualité des eaux souterraines au nord de la ville de Settat (Maroc). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie,* 2006, n° 28, pp. 61-71.

Haupt F, Stoll R. H., Guillotr J-F & Guillotte J-P., 1996 : *Gestion des déchets industriels et dangereux dans les zones urbaines en Afrique de l'Ouest : les leçons tirées d'études de cas régionales.* Groupe Régional de l'Eau et d'Assainissement/Programme des Nations Unies Développement /Banque Mondial 108 p.

Hazourli S., Boudiba L., & Ziati M., 2007 : Caractérisation de la pollution des eaux résiduaires de la zone industrielle d'El-hadjar, Annaba. *Larhyss Journal*, ISSN 1112-3680, n° 06, Décembre 2007, pp. 45-55.

Igué A. M. & Adomou M., 2003 : *Fertilité des terres de barre à Adingnigon (Comme d'Agbangnizoun).* 4e Atelier Scientifique Sud du Bénin. Recherche Agricole pour le Développement tenu à Niaouli du 10 au 12 Décembre 2004. Abstract p.57-58.

Igué A.M. 2003 : Fertilité des terres de barres d'Adingnigon (commune d'Aplahoué). *Actes 4 de l'Atelier scientifique Sud du 10 au 12 décembre 2003 à Abomey Calavi* CRA-Centre/INRAB/MAEP/Bénin. pp. 246 – 251.

Igué A. M., 1992 : *Aménagement des terres de barres au Bénin pour l'amélioration de leur productivité agricole : contraintes et solutions*. Dixième réunion du sous-comité Ouest et Centre Africain de corrélation des sols pour la mise en valeur des terres, tenue à Bouaké et Odienné du 5 au 12 Novembre 199. Rapport sur les ressources en sols. FAO n° 69 pp. 25-38 ISBN 92-5-202642-8.

Igué A. M., 1996 : Utilisation de données pédologiques pour une agriculture durable : cas des terres de barre du Sud-Bénin. *Acte de la 12ème réunion du sous-comité ouest et centre africain de corrélation des sols*. pp 109-126.

Igué A.M. & Adjadohoun A., Aïhou C. & Mensah G. A., 2015 : *Evaluation de l'état de la fertilité des sols des champs des producteurs élites de maïs du Bénin*. Document technique d'information. Dépôt légal n° 8116 du 09/09/2015, troisième trimestre, Bibliothèque Nationale du Bénin. ISBN : 978-99919-0-707-9.

Igué A. M., & Kogblevi A., 1988 : *Les sols rouges : types, étendue, classification et mise en valeur au Bénin.* Douzième réunion du sous-comité Ouest et Centre Africain de corrélation des sols pour la mise en valeur des terres, tenue à Yaoundé, Cameroun du 9

au 28 Janvier 1987. Rapport sur les ressources en sols du monde. FAO n° 61, pp. 36-45. ISBN 92-5-202642-8.

Igué A. M., Gaiser T., & Stahr K., 2014. Landscape related variability of physical and chemical soil characteristics in the Moist Savanna of Benin. *International Journal of AgriScience Vol. 4(1): 28-48, January 2014.* www.inacj.com.

Igué A. M., Saidou A., Adjanohoun A., Ezui G., Attiogbe P., Kpagbin G., Gotoechan-Hodonou H., Youl S., Pare T., Balogoun I., Ouedraogo J., Dossa E., Mando A. & Sogbédji J. M., 2013: Evaluation de la fertilité des sols au sud et centre du Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) - *Numéro spécial Fertilité du maïs. Janvier 2013. Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web http://www.slire.net*

Iribane P., 2006 : L'humain au cœur de l'organisation : de l'individuel au collectif : comment la culture affecte les façons de travailler ensemble. *CABIN P., CHOC Bruno (ed). Les organisations : état des savoirs ; théorie, pouvoir, stratégie, communication, changement, Auxerre : Editions sciences humaines,* pp. 359-365.

Issa M-S., 2007 : *''Procédure, méthode, et outils de réalisation de l'étude d'impact sur l'environnement ''*. Cours DEA, EDP/UAC Bénin.

ISO 9001 ; 2008 : *Systèmes de management de la qualité. Principes essentiels et vocabulaire.* 29 p + Annexe.

Janin M., 2000 : *Démarche d'éco-conception en entreprise un enjeu : construire la cohérence entre outils et processus*, Thèse de doctorat, Institut Conception, Mécanique et Environnement Chambéry, France, 2000, 423 p.

Kapseu C., 2009 : Production, analyse et applications des huiles végétales en Afrique. *Lipides tropicaux*. Volume 16, n° 4, 215-29, juillet-décembre 2009. DOI : 10.1684/ocl.2009.0280

Kelly V., Perakis S., Diallo B. & Dembélé N. N., 2010: Graine, huile et tourteau de coton : Co-produits ou sous-produits du secteur coton des pays du C-4 ? *USAID numéro de l'accord*, n° 624 A 00 07 000. Rapport Final, 113 p.

Koné S., 2001 : *Unités modernes de transformation des oléagineux à petite et très petite échelle: performances et limites*. GTZ/ISAT, Eschborn, 12 p.

Lacoste Y., 2003 : *De la géopolitique aux paysages*. Dictionnaire de la géographie. Europe Média Duplication, France, 413 p.

Laurian L., 2008 : La distribution des risques environnementaux : méthodes d'analyse et données françaises Population. *CAIRN INFO*. 2008/4 Volume 63, p. 711-729. DOI : 10.3917/popu.804.0711. ISSN 0032-4663. En ligne **http://www.cairn.info/revue-population-2008-4-page-711.htm**

Legendre M. 2003 : Environnement et santé. *Santé Publique*, 2003/3 Vol. 15, pp. 291-302. DOI : 10.3917/spub.033.0291.

Lemière B., Seguin J. J., Le Guern C., Guyonne D. & Baranger Ph. 2001 : *Guide sur le comportement des polluants dans les sols et les nappes. Applications dans un contexte d'évaluation détaillée des risques pour les ressources en eau.* BRGM/RP-50662-FR, 103 p.

Léopold L.B., Clarke F.E., Hanshaw B.B. & Balsey J. R., 1971: A Procedure for Evaluating Environmental Impact. *Geological Survey Circular* n° 645, U.S. Geological Survey, Washington D.C., 56 p.

Leroy J-B., 1986 : *La pollution des eaux*. Paris, Presses Universitaires de France. Que sais-je ? 127 p.

Leroy Y., 2009 : *Développement d'une méthodologie de fiabilisation des prises de décisions environnementales dans le cadre d'analyses de cycle de vie basée sur l'analyse et la gestion des incertitudes sur les données d'inventaires*. Arts et Métiers ParisTech, Sciences des Métiers de l'Ingénieur, Paris, 194 p.

Lokossou Assi J., 2003 : *Etude de la contribution des véhicules à essence à quatre roues à la pollution de l'air dans la ville de Cotonou. Emission du monoxyde de carbone (CO) des oxydes d'azote (NOX) et des hydrocarbures (HC)*. Mémoire de DIT. DTAPE/CPU/UAC, Cotonou, 69 p + annexes.

Lumière B., Seguin J.J., le Guern C., Guyonnet D., Baranger Ph., Darmendrail D., & Conil P., 2001 : *Guide sur le comportement des polluants dans les sols et les nappes. Applications dans un contexte d'évaluation détaillée des risques pour les ressources en eau.* BRGM/RP-50662-FR, 103 p.

Maes E., Schadeck S. & Brahy V., 2007: Contamination locale des sols. *Les sols et l'environnement terrestre.* pp.500-519 *http://environnement.wallonie.be*

Makoutodé M., Assani A.K., Ouendo E-M., Agueh V. D., & Diallo P., 1999 : Qualité et mode de gestion de l'eau de puits en milieu rural au Bénin : Cas de la sous-préfecture de Grand-Popo. *Médecine d'Afrique Noire : 1999, 46 (11)*, pp.528-534

Maliki A. R., 1993 : *Etude hydrogéologique du littoral béninois dans la région de Cotonou et ses environs*. Thèse de 3e cycle, Université Cheikh Anta Diop de Dakar /Faculté des Sciences et Techniques/ Département de Géologie, 112 p + annexes.

Maystre L. Y. & Duflon V., 1994 : *Déchets urbains, nature et caractérisation*. Lausanne, Suisse, Presse polytechniques et universitaires romandes, 225 p.

Mécanisme Africain d'Evaluation par les Pairs, 2008 : *Rapport d'Evaluation de la République du Bénin*. Janvier 2008, 432 p.

Mègnikpa E. T. A., 2011 : *Caractérisation des eaux usées d'Industrie Agro-Alimentaire (IAA) et dimensionnement d'une station de traitement : Cas de la Société de Brasserie et de Boissons (SBB)*. Mémoire d'ingénieur des travaux. UAC/EPAC/ Abomey-Calavi, 62 p.

Metzcer P., 1994 : *Contribution à une problématique de l'environnement urbain*. Cahier de Science Humaine. 30 (4) : pp. 595- 619.

Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'urbanisme, 2012 : *Schéma Directeur d'Aménagement Communal.* Rapport de la commune de Bohicon, Cotonou 112 p

Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'urbanisme, 2012 : *Schéma Directeur d'Aménagement Communal.* Rapport de la commune de Zogbodomey, Cotonou 106 p

Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'urbanisme, 2004 : *Charte Nationale sur la gouvernance environnementale au Bénin.* Cotonou 21 p.

Ministère de l'Environnement, de l'Habitat et de l'urbanisme, 2000 : *Etude sur la qualité de l'air en milieu urbain : cas de Cotonou.* Rapport final, Cotonou 137 p.

Mouaici K., 2002 : *Etude de quelques sources de polluants atmosphériques dans la région de Bejaia*. Mémoire d'Ingéniorat. Université de Bejaia, 52 p.

Mouvier A., 1998 : *La pollution atmosphérique. Un exposé pour comprendre, un essai pour réfléchir*. France, ISBN, 123 p.

Nansi C., 2005 : *La bio écologie des établissements industriels à Cotonou (cas des usines de brasserie, de cimenterie et huilerie).* Mémoire de DEA de géographie. UAC/FLASH/EDP, Abomey-Calavi, 110 p.

Nérome S., Quoix E. & Duburcq A., 2005 : Air, pollution et cancer. Carnet de route, 11p.

Nollet P., 1996 : *Problèmes d'environnement : Dires d'experts*. Paris, 288 p.

Organisation Mondiale de la Santé, 1988 : *Pollution de l'air dans les villages et les villes d'Afrique*. Unité de Prévention de la Pollution de l'Environnement. Genève, 26 p.

Opoku H. N. & Keitsch M. M., 2006 : Une approche objective de la durabilité ? Théorie des implications scientifiques et politiques de l'écologie industrielle. *Ecologie & politique*, 2006/1 n°32, p. 141-152. DOI : 10.3917/ecopo.032.0141

ORSTOM, 1966 : *Normes d'interprétation des analyses chimiques*. Etude n° 89 bis, LSSEE/CRA-Agonkanmey/INRAN/MAEP. 6 p.

Ouzza A. & Akdim B., 2005 : *La pollution hydrique au Tadla : Perceptions et réalités.* Présenté au séminaire technique gestion intégrée des aquifères dans les pays méditerranéens et africains, Marrakech (Maroc) - 23-26 mai 2005, 7 p.

Payre E., 2008 : *L'écologie industrie : une stratégie conciliant les dimensions économique et environnementale du développement durable ?* Mémoire de recherche. Observatoire d Management Alternatif/HEC, Paris, 79 p.

Prevot H., 2002 : *La valorisation des déchets : l'exemple du biogaz*. 5e Journée de l''environnement et du développement durable, Centre Universitaire Méditerranéen, Nice, pp. 12-14.

Projet de renforcement des capacités en Conception et Analyse des Politiques de Développement, 2010 : *Les filières agricoles : écueils, leçons et perspectives, cas du palmier à huile et du coton*. 20 p.

Rebouh S., 2011 : *Impact de la pollution de l'air provoquée par la cimenterie Tahar Djouad sur la santé publique et le cadre bâti -cas de Hamma Bouziane.* Mémoire de magister en architecture et urbanisme. Université Mentouri de Constantine/Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et de l'Aménagement du Territoire/ Département d'Architecture et d'Urbanisme, Constantine, 180 p.

Renou S., 2006 : *Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées*. Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine, 258 p.

Riedinger N. & Thévenot C., 2008 : La norme ISO 14001 est-elle efficace ? Une étude économétrique sur l'industrie française. *Economie et statistique n° 411*. 23 p.

Saloufou-Alidou Mehouelley D. J., 2003 : *Impacts des déchets industriels sur la santé de la population à Cotonou.* Mémoire de DEA de géographie. UAC/FLASH/EDP, Abomey-Calavi, 76 p.

Schwartz D., 1995 : *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes.* 4ème édition, Éditions médicales Flammarion, Paris, 314 p.

Soclo H. H., 2008 : *Caractérisation des rejets liquides de l'usine de la Société des Huileries du Bénin (SHB) de Bohicon et de leurs effets sur les terres riveraines réceptrices.* Rapport commandité par la Direction Départementale de l'Environnement et de la Protection de la Nature Zou-Collines et Tribunal d'Abomey, n° 627, Juin-Juillet 2008, 42 p.

Sou Y. M., 2009 : *Recyclage des eaux usées en irrigation : potentiel fertilisant, risques sanitaires et impacts sur la qualité des sols*. Thèse de 3e Cycle à la Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 162 p.

Stone R. P. & Myslik J. P., 2007 : Evaluation des risques de contamination des eaux souterraines sur une ferme. *Les ressources du monde entier au service de l'Ontario rural.* Fiche technique du Ministère de l'agriculture, de l'Alimentation et des affaires rurales, commande n° 07-036, du MAAARO, 4 p.

Suez environnement, 2006 : Industriels : comment réduire les impacts sur l'environnement. *Grands Savoirs environnementaux.* 45 p.

Tobada B., 2007 : *Gestion des solides ménagers dans la ville d'Abomey : Stratégies d'amélioration*. Mémoire de DIT. UAC/EPAC/ Abomey-Calavi, 93 p.

Togbé E. Y., 2011 : *Impacts des modes de gestion des déchets domestiques et industriels sur les eaux de surface dans le doublet Abomey-Bohicon*. Mémoire de DEA. EDP/FLASH/UAC, Cotonou, 111 p.

Totin S. H., 2010 : S*ensibilité des eaux souterraines du bassin sédimentaire côtier du Bénin à l'évolution du climat et aux modes d'exploitation : stratégies de gestion durable*. Thèse de doctorat unique. UAC/FLASH/EDP, 283 p.

Veerkamp W. & Berge W., 1995: *The concepts of HESP*. Reference Manual. Human exposure to soil pollutants. Version 2. 10b. Shell International Petroleum Maatschappij B. V., The Hague

Villette S. M., 2005 : Ville et environnement industriel. *Dorier-Appril E., (dir), Ville et environnement.* Paris: SEDES, pp.121-145.

Volkoff B., 1970 : Notice explicative de la carte pédologique de reconnaissance du Bénin à 1/200.000. Feuilles de Porto-Novo. ORSTOM (Paris), *Rapp. Multigr*. 1 vol 82 p.

Weller U., 2002: *Land evaluation and land use planning for Southern Benin (West Africa) BENSOTER.* Hohenheimer Bodenkundliche Hefte 67. Institut fur Bodenkunde und Standortlehre. University of Hohenheim. Stuttgart. 165 p.

Wokou, C. G., 2009 *: Agriculture et environnement sur le plateau d'Agonlin : systèmes culturaux et mutations environnementales.* Mémoire de DEA, UAC/FLASH/, 92 p.

Yèmadjè A. S., 2009 : *Problématique d'assainissement de base : Cas de l'arrondissement d'Abomey-Calavi.* Mémoire de DEA de géographie. UAC/FLASH/EDP, Abomey-Calavi, 82 p.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Distribution spatiale des huileries au Bénin 29
Figure 2 : Gestion des déchets solides 34
Figure 3 : Modèle de transmission et pollution d'eau de puits 35
Figure 4 : Effets des déchets industriels sur l'environnement 38
Figure 5: Représentation schématique du processus influençant le devenir 45
Figure 6 : Perméabilité en fonction de la texture du sol 47
Figure 7 : Cadre méthodologique d'une ACV 52
Figure 8 : Principe de minimisation des déchets 56
Figure 9 : Conurbation Bohicon-Zogbodomey abritant la SHB et Fludor Bénin 65
Figure 10 : Pluviométrie moyenne Bohicon- Zogbodomey 66
Figure 11 : Formation hydro pédologique de la conurbation Bohicon-Zogbodomey 71
Figure 12 : Unité géologique de la conurbation Bohicon-Zogbodomey 73
Figure 13 : Coupe hydrogéologique du bassin sédimentaire côtier 74
Figure 14 : Evolution démographique à Bohicon II et Cana 1 76
Figure 15 : Sites de prélèvement d'échantillons analysés 90
Figure 16 : Modèle d'interactions entre déchets industriels, impacts environnementaux et réponses (actions) des populations 103
Figure 17 : Processus de fabrication de d'huile végétale vitalor 108
Figure 18 : Processus de fabrication de d'huile végétale fludor 109
Figure 19 : Déchets solides produits par la SHB 117
Figure 20 : Déchets solides produits par Fludor-Bénin 117
Figure 21 : Production et circuit des eaux usées de la SHB 120
Figure 22 : Déchets liquides produits par les huileries 121
Figure 23 : Appréciation de la pollution environnementale 125
Figure 24 : Types de pollution atmosphérique dans les huileries 126
Figure 25 : Appréciation des facteurs de pollution atmosphérique 126
Figure 26 : Appréciation des effets de la pollution sonore 128
Figure 27 : Aire de pollution de la SHB dans l'arrondissement de Bohicon 2 132
Figure 28 : Aire de pollution de Fludor Bénin dans l'arrondissement de Cana 133
Figure 29 : Appréciation des effets de la pollution des effluents industriels 134
Figure 30 : Corrélation des qualités d'eaux des puits situés autour des huileries avec les paramètres de pollution des eaux 141
Figure 31: Diagramme euclidien des différents puits situés aux voisinages huileries par leurs paramètres physico-chimiques 142
Figure 32 : Système de drainage des eaux de la conurbation Bohicon-Zogbodomey 144
Figure 33 : Sources d'eaux des riverains des huileries 145
Figure 34 : Appréciation des effets des déchets des huileries sur le sol 152
Figure 35 : Effets du fonctionnement des huileries sur les végétaux 155
Figure 36 : Mécanisme de pollution dans une huilerie 156
Figure 37 : Structure recevant les plaintes des riverains 158
Figure 38 : Situation de la période d'installation à proximité des huileries 159
Figure 39 : Raisons justifiant la proximité des riverains des huileries 160
Figure 40 : Différents cas accidents du travail recensés à la SHB 162

Figure 41 : Signes cliniques déclarés par le personnel dans les huileries 163
Figure 42 : Manifestations des signes cliniques (avant ou au cours des campagnes) selon le personnel des huileries..... 164
Figure 43 : Corrélation entre la fréquence des signes cliniques observés chez les ouvriers et les facteurs de pollution..... 165
Figure 44 : Diagramme euclidien des signes cliniques des ouvriers par les facteurs de pollutions 166
Figure 45 : Périodicité des signes cliniques des riverains 167
Figure 46 : Signes cliniques toujours vécus par les riverains des huileries..... 168
Figure 47 : Corrélation entre la fréquence des signes cliniques déclarés par les riverains et les facteurs de pollutions..... 170
Figure 48 : Diagramme euclidien des signes cliniques des riverains par les facteurs de pollutions des huileries 171
Figure 49: Modèle PEIR appliqué à l'analyse des résultats 173
Figure 50 : Proportion des travailleurs des huileries déclarés 182
Figure 51 : Appréciation de la visite sanitaire avant l'embauche du personnel dans les huileries 183
Figure 52 : Proportion du mode d'utilisation des EPI dans les huileries 184
Figure 53 : Appréciation de la régularité de la sensibilisation pour le port des EPI 184
Figure 54 : Fréquence de renouvellement le personnel dans les huileries 185
Figure 55 : Riverains occupés par la valorisation des déchets des huileries 186
Figure 56 : Mode de gestion des déchets de la SHB 186
Figure 57 : Eléments nutritifs de l'effluent industriel et de l'eau de forage..... 188
Figure 58 : Consommateurs des produits valorisés à base des déchets industriels 193

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Table de lecture de l'indice biotique..... 42
Tableau II : Echantillonnage par arrondissement urbain 85
Tableau III : Centres de documentation visités et informations recueillies..... 88
Tableau IV : Synthèse des prélèvements des eaux..... 92
Tableau V : Echantillon des sols 99
Tableau VI : Différentes valeurs du pH 100
Tableau VII : Identification des impacts environnementaux de la SHB et de Fludor 102
Tableau VIII : Critères d'évaluation des classes de fertilité chimique des sols 104
Tableau IX : Statistiques descriptives des déchets solides des huileries..... 118
Tableau X : Déchets solides issus de la transformation graine de coton en huile..... 118
Tableau XI : Quantité de bruits émis dans les différentes sections de Fludor Bénin..... 123
Tableau XII : Variation de la direction du vent à l'échelle mensuelle 129
Tableau XIII : Paramètre météorologiques influençant la pollution en 2013 130

Tableau XIV : Analyse physico-chimique des eaux usées des huileries 135
Tableau XV: Paramètres globaux de pollution des eaux usées des huileries..... 136
Tableau XVI : Analyse bactériologique des eaux usées de la SHB utilisée dans le maraîchage 137
Tableau XVII : Comparaison de paramètres de pollution d'eaux usées d'huilerie et d'eau de rivière Hlan 139
Tableau XVIII : Paramètres physico-chimiques des eaux de puits situés aux environs des huileries 140
Tableau XIX : Types des sols exposés aux déchets des huileries..... 147
Tableau XX: Caractéristiques chimiques des sols dans l'horizon 0-20 cm 148
Tableau XXI: Classe de fertilité actuelle des sols..... 151
Tableau XXII : Matrice d'impact des huileries sur l'environnement 157
Tableau XXIII : Statistique des accidents du travail à la SHB..... 161
Tableau XXIV : Les polluants atmosphériques industriels et leurs effets sur la santé..... 168
Tableau XXV : Evaluation d'EPI en défaut..... 185
Tableau XXVI: Teneurs des macroéléments des déchets utilisés comme fertilisants 187
Tableau XXVII: Différentes utilisations des déchets des huileries 192

LISTE DES PHOTOS

Planche 1 : Certificat qualité ISO 9 001 version 2008 de Fludor Bénin (1) ; Certificat environnemental ISO 14 001 de la cimenterie de Cimbénin (2) 53
Planche 2 : Sonomètre utilisé pour la mesure de la quantité de bruit émis dans les différentes sections des huileries (1) ; Flacons couverts de papier aluminium ayant servi à prélever l'eau (2) 84
Planche 3 : Prélèvement d'échantillons d'eau de la rivière Hlan à la hauteur de Avlamè (1) ; prélèvement de sols à côté de la fosse des eaux usées de la SHB à Sogba, (2)..... 89
Planche 4 : Machine d'ensilage des graines de coton de la SHB (1) Graines de coton en cours de déversement dans l'ensileur pour le nettoyage à la SHB (2) 110
Planche 5: Atelier de l'extraction des huiles de la SHB (1) ; Section de la raffinerie de la SHB (2) 113
Planche 6: Les coques issus de la décortiqueuse de Fludor et abandonnées à l'air libre avant d'être utilisée par la chaudière (1) ; Déchets de graines de coton évacués de la SHB et brûlés

dans la nature à Siliho (2) ; Cendres produites par la chaudière à partir l'incinération des coques utilisées comme un combustible (3) et la terre décolorante issus de raffinerie (4) 116
Planche 7: Cheminée de la chaudière dégageant de la fumée à la SHB (1) Sacs à poussières et d'envolées de fibres de coton provenant de la section délintage (2) 122
Planche 8: Dégradation des sols par les déchets : Sols terrassés par les cendres des coques de la SHB à Siliho (1) ; Sol couvert par de linter de fibre de coton au cours de la production des huiles par Fludor Bénin (2) ; sol bordant la clôture de la SHB au sud inondé d'effluent industriel à Sogba (3) et aspect de la terrasse du parc d'huile usée de la SHB (4) 153
Planche 9: Aspects des feuilles d'arbres qui entourent la façade sud de la Fludor Bénin, couverts de la poussière de fibres de coton : haie d'arbres bordant la Fludor à ouest envahie par la poussière (1) ; Feuillage de manguier couvert de poussières de linter de coton (2)..... 154
Planche 10: Lagunage de décantage des effluents de la SHB (1) et fosse recevant les eaux usées de la SHB (2) 176
Planche 11: Pupitre présentant la synthèse de traitement des eaux usées de Fludor (1), rivière Hlan coulant juste au sud est de l'usine et recevant les eaux usées (2) 177
Planche 12: Huiles usées conservées à la SHB (1) ; aire de stockage des déchets liquides (2) 179
Planche 13: Brise-vent constitué de géants arbres de teck au nord de la SHB (1) ; Cette forêt pendant longtemps entretenue est en cours de déboisement(2). Fludor Bénin s'est entourée d'une haie d'arbre *Eucalyptus (3) ;* Agents de sécurité de Fludor-Bénin rinçant la poussière des arbres et de toiture de l'ensilage de l'usine (4). 181
Planche 14: Déchets des huileries utilisés dans l'agriculture : déchets graines de coton d'un champ en attente de semence (1) ; coques récupérées et déversées sur la lisière d'un champ de maïs (2) ; graines de coton épandues sur des planches de laitues (3) et jardinier arrosant les plants avec les eaux usées abandonnées dans un bassin (4) 189
Planche 15: Cendres de déchets de coton de SHB à Sogba recueillies par un tiers pour la fabrication du savon kɔtɔ (1) ; des enfants à la collecte des huiles flottantes à la surface du bassin de rétention des eaux usées de la SHB à Sogba (2). 190
Planche 16: Le savon kɔtɔ, fait à l'aide des cendres de déchets de coton de SHB recueillies à Sogba (1) ; *kpankan* fabriqué à partir des huiles useés et acides gras rejetés par les huileries (2). 191

ANNEXES

ANNEXE 1
QUESTIONNAIRE DESTINE AUX RIVERAINS
Questionnaire des populations riveraines

I. Identification de l'enquêté

Arrondissement……..Quartier :……..
Nom et Prénoms : ……Tel……..……..
1°) Sexe M = 1 □ F=2 □
2°) Age : 10- 18 ans= 1 18 ans-55 ans =2 sup 55 ans =3
3°) Situation de famille : Célibataire=1 □ Marié(e)= 2 □ Divorcé (e)=3 □ Veuf (ve) =4 □
4°) Quelle est le nombre de personnes vivantes dans la maison ?
0-5ans=1 □ sup 5-15ans=2 □ sup 5-15ans=3 □
5°) Groupe socio-culturel : Fon=1 □ Adja = 3 □ Yoruba = 4 □ Dendi=3 □ Bariba = 5 □
Ibo= 6□ Haoussa =7 □ Autres =3□ ……
6°) Nationalité : Béninoise = 1□ Nigériane = 2 □ Togolaise = 3 □ Nigérienne = 4 □ Burkinabé =5 □ Autres = 6 □……
7°) Quelles activités exercez-vous principalement ?
Fonctionnaire = 1 □ Ménagère= 2 □ Commerçant=3 □ Menuisier =4 □ Forgeron=5 □ Mécanicien = 6 □ Soudeur = 7 □ Cordonnier = 8 Transporteur= 9 □ Zemidjan= 10 □
Autres…….

II. Informations relatives aux habitations riveraines

1°) Depuis quand habitez-vous ce lieu ? Année ☐
Avant construction de la voie ferrée = 1 □ Après construction de la voie ferrée= 2 □
Avant l'implantation d'usine =3 □ Après l'implantation de l'usine =4 □
2°) Quelle(s) raison(s) a (ont) motivé votre habitation auprès de l'usine ?
Activité Commerciale = 1 □ Recherche de domicile =2 □ Achat de carré = 3 □ Héritage/ Maison familiale= 4 □ Autres (énumérez) ……
3°) Savez-vous que l'habitation auprès d'une zone industrielle peut être nuisible pour la santé
Oui = 1 □ Non = 2 □ Indéterminé = 3 □

III. Informations relatives à la pollution atmosphérique

1°) A votre domicile, avez-vous été gêné par les nuisances suivantes ?

	Non jamais	oui1x/mois	oui1x/sem	oui>Plusieurs x/s	sans op
a) bruit voisinage	1	2	3	4	0
b) bruit des véhicules	1	2	3	4	0
c) bruit usine	1	2	3	4	0
d) Nuisan de l'effluent	1	2	3	4	0
e) gaz usine	1	2	3	4	0
f) poussière usine	1	2	3	4	0
g) poussière autres	1	2	3	4	0
h) produit chimique	1	2	3	4	0

2°) Quels sont les problèmes dus au fonctionnement de l'usine que vous recensez dans votre milieu au cours des campagnes
Air :…Rien=1□ Mélangé à de particules en suspension= 2 □ Odeur nauséabonde =3□ Mélangé à de la fumée =4□
Sol : Rien. =1 Couverts de Résidus =2 □ Envahis par des insectes. =3.□
Eau : Rien =1□ Troubles. =2 □ Réceptacle de particules en suspension. =3 □ Puant. =4 □
Végétation : Rien =1 □ Couvertes de la particule en suspension.2=□ Endommage les arbres.3=□

3°) °Quels sont les désagréments que vous observez suite à l'entreposage des déchets solides (graines) que vous recensez dans votre milieu

Air :…Rien 1=□ Mélangé à de particules en suspension 2= □ Odeur nauséabonde 3=□ Mélangé à de la fumée =4□
Sol : Rien =1 □ Couverts de Résidus =2 □ Envahis par des insectes. =3.□
Eau : Rien =1 □ Troubles. =2 □ Réceptacle de particules en suspension. =3 □ Puant. = 4 □
Végétation : Rien =1 □ Couvertes de la particule en suspension. =2 □ Endommage les arbres. =3 □

4°) Quels sont les désagréments que vous observez suite au rejet des effluents que vous recensez dans votre milieu

Air :…Rien 1= □ Mélangé à de particules en suspension 2 = □ Odeur nauséabonde 3=□ Mélangé à de la fumée =4□
Sol : Rien.1 Couverts de Résidus =2 □ Envahis par des insectes. =3.□ sol mouillé =4.□
Eau : Rien =1□ Troubles. =2 □ Réceptacle de particules en suspension. =3 □ Puant. =4 □
Végétation : Rien =1 □ Couvertes de la particule en suspension. =2 □ Endommage les arbres. =3 □

5°) De quelles affections souffrez-vous généralement ?

	Jamais	**rarement**	**souvent**	**très souvent**	**Indétermé**
a) Irritation yeux	1	2	3	4	0
b) Maux de tête	1	2	3	4	0
c) Fatigue	1	2	3	4	0
d) Irritat gorge	1	2	3	4	0
e) Douleur artc	1	2	3	4	0
f) Irritation nez	1	2	3	4	0
g) Toux	1	2	3	4	0
h) Respirat diff	1	2	3	4	0
i) Vertige	1	2	3	4	0
j) Insomnie	1	2	3	4	0
k) Manq appét	1	2	3	4	0
l) Diff d'entendre	1	2	3	4	0
m) Diarrhée	1	2	3	4	0
n) Vomissement	1	2	3	4	0

6°) En cas de maladie allez-vous à l'hôpital ?

Non jamais = 1 □ Oui rarement = 2 □ Oui souvent = □ 3 Très souvent = 4 □ Sans op = 0 □

a- Si oui dans quel(s) centres santé soignez-vous ?

……..
……..
……..

b- Si non pourquoi ?

……..
……..

7°) Quelle eau utilisez-vous pour la boisson ?

	Non jamais	**oui rarement**	**oui souvent**	**très souvent**	**Indéterminé**
Eau SBEE	1	2	3	4	0
Eau de puits	1	2	3	4	0
Eau de citerne	1	2	3	4	0
Eau de rivière	1	2	3	4	0

8°) Consommez-vous les produits cultivés (Maraîchers, vivriers) avec les déchets industriels (Engrais organiques, effluents industriels)?

Non jamais	oui1x/mois	oui+1x/sem	oui>1x/jour	Indéterminé
1	2	3	4	0

9°) Sentez-vous de trouble ou des maux après la consommation de ces cultures

Non jamais	oui1x/mois	oui+1x/sem	oui>1x/jour	sans op
1	2	3	4	0

10°) Avez-vous faits part de ces problèmes de pollutions industrielles et leurs impacts sur votre sécurité et votre santé

	Non jamais	oui 1x	oui 2 x	oui>Plusieurs x	Indéterminé
i) Respo usine	1	2	3	4	0
j) Mairie	1	2	3	4	0
k) Chef quartier	1	2	3	4	0
l) Chef arrond	1	2	3	4	0
m) Police envir	1	2	3	4	0
n) Tribunal	1	2	3	4	0

11°) Quelles solutions préconisent-ils

Aucune =1□ Règlement à l'amiable = 2□ Dédommagement = 3□ Indéterminé = 0 □

12°) A quelles fins servez-vous les déchets industriels de la SHB/Fludor

Coton Graine : Fertilisant des champs =1□ Savon =2 □ Terrasse du la cour =3 □ Pour maraîchage =4 □ Matelas = 5 □ Autres à préciser = 6 □ Rien = 7 □

Effluent : Sert à l'irrigation des champs=1 □ Sert aux ménages =2 □ A la fabrication du Savon =3 □ Autres à préciser = 4 □ Rien = 5 □

13°) A quelles autres fins sont destinés les déchets industriels

……

……

……..

14°) Appréciez-vous l'utilisation de ces déchets industriels

Oui : =1 □ Non =2 □ Autres (à préciser)……

15°) Quelles sont les conséquences de votre utilisation ?

Dégradation de l'environnement =1 □ Maladies =2 □ Contribution économique = 3 □ Indéterminé = 4 □ Autres =5 □ ……

16°) Avez-vous certaines suggestions ou remarques ?

……

……

17°) Autres nuisances

……

IV. Vos remarques

1°) Avez-vous eu de la peine à comprendre certaines questions ?

Oui =1 □ Non = 2 □

Quelles solutions que vous proposez pour une résolution durable des problèmes de pollutions industrielles ou déchets industriels

V. Remarques de l'enquêteur

……

……

……

Merci pour la collaboration

QUESTIONNAIRE DESTINE AUX EMPLOYERS DES HUILERIES

(Dans l'usine)

I. Identification du travailleur

Poste de travail……
Statut : ….....
Année de recrutement au groupe :……
Nom et Prénoms : ……
1°) Sexe M = 1 □ F=2 □
2°) Age : 10- 18 ans= 1 □ 18 ans-55 ans =2□ sup 55 ans =3□
3°) Situation de famille : Célibataire=1 □ Marié(e)= 2 □ Divorcé (e)=3 □ Veuf (ve) =4 □
4°) Quelle est le nombre de personnes que vous avez en charge ?
0-5pers =1 □ sup 5-15pers=2 □ sup à 15pers=3 □
5°) Groupe socio-culturel : Fon=1 □ Adja = 2 □ Yoruba = 3 □ Dendi=4 □ Bariba = 5 □
Ibo=6□ Haoussa=7□ Autres
6°) Nationalité : Béninoise = 1 □ Nigériane = 2 □ Togolaise = 3 □ Nigérienne = 4 □ Burkinabé =5 □ Autres ……..
7°) Quelles activités exerciez-vous?
Rien/chômage = 1 □ Fonctionnaire= 2 □ Commerçant=3 □ Menuisier =4 □ Forgeron=5 □
Mécanicien = 6 □ Soudeur = 7 □ Cordonnier = 8 Transporteur= 9 □ Zemidjan= 10 □
Autres…….
8°) Domicile permanant :
Bohicon 1□ hors Bohicon 2□ /Zogbodomey 3□

II. Informations relatives à la vie sociale prof du travailleur

1°) Avez-vous été déclaré à OBSS
Oui 1□ non 2□

2°) Formation professionnelle :
……
……
3°) Avez-vous été à l'école ?
Oui 1□ non 2□

4°) Si oui, niveau d'étude ?
Cours : Alphabétisé 1□ primaire 2 □ Secondaire 3 □ université 4 □

5°) Avez-vous fait une formation professionnelle ?
1□ non 2 □
Si oui (la) ou lesquelles ?
……
……
6°) Quelle est votre ancienneté au post à ce poste ?
Nouveau 1□ 1an-4ans 2 □ 5ans et plus 3 □

7°) Quels sont les principales machines et outils que vous utilisez dans l'usine
……
……
8°) Manipulez-vous des produits chimiques ?
Oui 1□ non 2 □
Si oui (le) lesquels ?.....
……
……

9°) Avez-vous travaillé déjà ailleurs avant l'usine Bohicon/Zogbodomey ?
Oui 1□ non 2□
Si oui dans quel secteur ?.....

……
……

II. Vécu % aux nuisances & pollutions & condition de travail au poste.

1°) A votre poste de travail, avez-vous été gêné par les nuisances suivantes ?

	non jamais	oui1x/mois	oui1x/sem	oui>1x/s	sans op
a) Bruit	1	2	3	4	0
b) Poussières	1	2	3	4	0
c) Insuf lumi	1	2	3	4	0
d) Lum forte	1	2	3	4	0
e) Chaleur	1	2	3	4	0
f) Froid	1	2	3	4	0
g) Déch coton	1	2	3	4	0
h) Gaz, fumées	1	2	3	4	0
i) Prdt chimq	1	2	3	4	0

Si oui lesquels……

j) Agent micro	1	2	3	4	0

Si oui lesquels…….....

k) Radiations	1	2	3	4	0

Si oui lesquels……..

Risques accidents

2°) Avez-vous fait une visite sanitaire d'embauche?

Oui 1 non 2

3°) Pensez-vous que votre poste de travail comporte des risques d'accident ?

Oui 1 non 2 Indéterminé 0

Si oui lesquels……..

4°) Depuis le début de la campagne avez-vous eu un accident de W ?

Oui 1 non 2

5°) si oui quel type d'accident ?

a) Chute haut 1
b) Choc 2
c) Coupure 3
d) Pincement 4
e) Projec obj 5
f) Brulure 6
g) Electrocution 7

Equipement de Protection individuelle

6°) Disposez-vous des EPI ?

Oui 1 non 2

a) Si oui lesquels ?
……
……
(posez à la question suivante)

b) **Comment les utilisez-vous ?**

non jam	oui rarmt	oui svt	oui, tjrs
1	2	3	4

c) **Etes-vous sensibilisé pour le port de matériel de protection?**

non jam oui rarmt oui svt oui, tjrs

7°) Quelle est le rythme de renouvellement de ces matériels ?

A la demande	1
si détérioration	2
1 fois/sem	3
1 fois/mois	4
1 fois/campag	5

8°) Que pensez-vous des EPI ?

a) Efficacité

Efficaces	1	très efficaces	2	moins effic	3

b) Quantité

Suffisants	1	insufisants	2

III. INFORMATIONS RELATIVES A LA SANTE

1 °) avez-vous été opéré avant votre engagement à l'usine

Non 1 oui 2

2°) Si oui pour lesquels(s) affection(s) ?

……..

Antécédents médicaux

3°) souffrez-vous de certaines des maladies avant votre emploi à l'usine ?

		non jamais	oui1x/mois	oui1x/sem	oui, +1x/sem	
a)	Iritation ye jamais		rarement	souvent	très souvent	sans op
b)	maux de tête	1	2	3	4	0
c)	fatigue	1	2	3	4	0
d)	irritat gorge	1	2	3	4	0
e)	douleur artc	1	2	3	4	0
f)	irritation nez	1	2	3	4	0
g)	toux	1	2	3	4	0
h)	respirat diff	1	2	3	4	0
i)	vertige	1	2	3	4	0
j)	insomnie	1	2	3	4	0
k)	manq appét	1	2	3	4	0
l)	diff d'entendre	1	2	3	4	0
m)	diarrhée	1	2	3	4	0
n)	vomissement	1	2	3	4	0
o)	brûl estomac	1	2	3	4	0
p)	HTA	1	2	3	4	0
q)	Traumatism	1	2	3	4	0
r)	Autre	1	2	3	4	0

Affections pendant la campagne

4°) Souffrez-vous de certaines des affections depuis le début de la campagne à l'usine ?

jamais rarement souvent très souvent

5°) Si oui lesquels ?

		non jamais	oui,1x/mois	oui1x/sem	oui,+1x/sem	sans op
a)	iritation yeux					
b)	maux de tête	1	2	3	4	0

c)	fatigue	1	2	3	4	0
d)	irritat gorge	1	2	3	4	0
e)	douleur artc	1	2	3	4	0
f)	irritation nez	1	2	3	4	0
g)	toux	1	2	3	4	0
h)	respirat diff	1	2	3	4	0
i)	vertige	1	2	3	4	0
j)	insomnie	1	2	3	4	0
k)	manq appét	1	2	3	4	0
l)	diff d'entendre	1	2	3	4	0
m)	diarrhée	1	2	3	4	0
n)	vomissement	1	2	3	4	0
o)	brût estomac	1	2	3	4	0
p)	HTA	1	2	3	4	0
q)	Traumatism	1	2	3	4	0
r)	autres	1	2	3	4	0

6°) Quelles sont les différentes tâches que vous accomplissez à ce poste de travail ?
……
……

7°) Votre entreprise ne vous a-t-elle pas fourni les matériels de protection individuelle adéquats contre ces nuisances ?
Gans = 1 □ **Bouchons à oreilles** = 2 □ **Casques** = 3 □ **Bottes** = 4 □ **Masques** = 1 □

8°) Quelle est la fréquence de dons des matériels?

non jamais	oui1x/mois	oui+1x/sem	oui>1x/jour	sans op
1	2	3	4	0

9°) Pourquoi ne les portez-vous pas ?

non jamais	oui1x/mois	oui+1x/sem	oui>1x/jour	sans op
1	2	3	4	0

10°) N'avez-vous pas des problèmes de santé

non jamais	oui1x/mois	oui+1x/sem	oui>1x/jour	sans op
1	2	3	4	0

11°) Ces maladies sont-elles fréquentes

non jamais	oui1x/mois	oui+1x/sem	oui>1x/jour	sans op
1	2	3	4	0

12°) Avez-vous un comité d'hygiène et de sécurité dans votre entreprise ?

13°) Si oui, comment-fonctionne-t-il ?
……
……

Habitudes alimentaires
14°) Consommez-vous les boissons alcoolisées ?

non jamais	oui1x/mois	oui+1x/sem	oui>1x/jour	sans op
1	2	3	4	0

15°) Consommez-vous le tabac

1paqtx/jour	1paqtx/sem	oui1pqtx/m	non jamais	
1	2	3	4	0
oui toujours	oui souvent	oui rarement	non jamais	
1	2	3	4	0

IV. Activités secondaires

1°) Exercez-vous autres activités pendant la campagne ?

Si oui lesquels non 1 oui 2

Zém Trav champ Trav artis Act restau Autres……..
1 2 3 4 5

V- Environnement

1°) Pensez-vous que les activités industrielles de l'huilerie ont participé à la dégradation de l'environnement ? □ Oui □ Non

2°) Pensez-vous que les activités de l'huilerie sont polluantes ? □ Oui □ Non

3) Croyez-vous que les parties prenantes (internes et /ou externes) sont mobilisées en matière de protection de l'environnement ? □ Oui □ Non

4°) Avez-vous le sentiment d'être concerné par la protection de l'environnement? □ Oui □ Non

5°) Croyez-vous que la protection de l'environnement peut se réaliser avec l'implication des parties prenantes ? □ Oui □ Non

6°) Pensez- vous pouvoir en tant que parties prenantes pouvoir faire quelque chose pour protéger l'environnement? □ Oui □ Non

7°)Est- ce que la société organise des portes ouvertes pour sensibiliser les parties prenantes ? □ Oui □ Non

8°) La société préfère-t-il dialoguer avec les parties prenantes légitimes ? □ Oui □ Non

9°) La société préfère-t-il dialoguer avec les parties prenantes possédant un pouvoir ? □ Oui □ Non

10°) Le dialogue est-il établit tout le temps ? □ Oui □ Non

11°) Croyez-vous que la performance environnementale de l'huilerie dépend de votre implication directe ou indirecte en tant que partie prenante ? □ Oui □ Non

12°) Pensez-vous que la société sensibilise suffisamment ses parties prenantes ? □ Oui □ Non

13°) Croyez-vous que les questions environnementales font partie de vos préoccupations au sein de l'huilerie ? □ Oui □ Non

14°) La prise en charge des questions environnementales est-il un gage de pérennité ? □ Oui □ Non

15°) Pensez-vous que les parties prenantes ont un impact significatif sur la performance environnementale de l'huilerie ? □ Oui □ Non

16°) Pensez-vous que les parties prenantes sont perçues par la société comment boucle de régulation interne et externe en vue d'améliorer la performance environnementale de l'huilerie ? □ Oui □ Non

***17°)* Existe-t-il un processus de dialogue direct avec les parties prenantes et la société ?** □ Oui □ Non

18°) Pensez-vous que la société SHB/Fludor a fournis des efforts en matière de protection de l'environnement ? □ Oui □ Non

VI Vos remarques

1°) Avez-vous des remarques suggestions ?

Oui 1 non 2 Indéterminé 3

Si oui lesquels ?…….....

……...

……...

Remarques de l'enquêteur

……...

……

Merci pour la collaboration

ANNEXE 2

COORDONNEES GEOGRAPHIQUES DES EAUX CONSOMMATIONS, EAUX USEES ET SOLS PRELEVES

Caractéristiques	**Descriptions du point**	**X**	**Y**
Déchet solide abandonné	Parcelle vide de Vodonou face Fludor	400187	785450
Eau de consommation	Pompe Fludor Prélévé	400331	785319
Eau de consommation	Pompe Agbogbohonou Guédehwé	402711	785382
Eau de consommation	Pompe Forage Handicapé	394824	794470
Eau de consommation	Pompe Forage Wankon	401799	786118
Eau de consommation	Puits Alladaho	400509	784903
Eau de consommation	Forage Fludor 1	400458	785115
Eau de consommation	Forage Fludor 2	472393	784504
Eau usée SHB	Réceptacle d'eau usée SHB 1	395084	793076
Eau usée SHB	Réceptacle d'eau usée SHB 2	395088	793043
Eau usée SHB décantée	SHB Eau usée B	395086	793113
Eau usée SHB décantée	SHB Eau usée A	395086	793115
Forage temoin	Pompe Prélévé à SACLO	397877	790725
Rivière Hlan	Rivière Hlan Avlamè	404352	784430
Rivière Hlan	Rivière Hlan Agbogbohonnou	402140	785797
Sol	Sol prélevé à Fludor	400439	785101
Sol Témoin	Sol prélevé à Saclo	397346	789228
Usine Fludor	Fludor Point A	400343	785284
Usine Fludor	Fludor Point B	400404	785173
Usine Fludor	Fludor Guérite	400365	785284
Usine SHB	SHB Guérite	394993	793452
Usine SHB	SHB Point B	394969	793452
Usine SHB	SHB Point A	394932	793469
Déchet solide abandonné	Cendre et graine de coton de la SHB à Zoungo	395168	794572
Sol recevant les eaux usées de la SHB	Sol de maraîchage de Sogba	395045	793045
Sol situé à proximité des déchets SHB	Sol de maraîchage des handicapés de Zoungo	394807	794472

ANNEXES 3

LISTE DE QUELQUES PLANTES RENCONTREES DANS LES COMMUNES DE BOHICON ET ZOGBODOMEY

Français	**Latin**	**Famille**	**Fon**
Lingué	*Afzelia africana*	*Leguminosae-Mimosoideae*	Kpakpajidé
	Albizia adiantifolia	*Leguminosae-Mimosoideae*	Agla
Arbre à allumette	*Gmelina arborea*	*Verbenaceae*	Fofitin
Teck	*Tectona grandis*	*Verbenaceae*	Xwletin
Papayer	*Carica papaya*	Caricaceae	Kpintin
Néré	*Parkia biglobosa*	*Leguminosae-Mimosoideae*	Ahwatin
Baobab	*Adansonia digitata*	Bombacaceae	*Kpassa guédéhounsou*
Palmier à huile	*Elaeis guineensis*	*Arecaceae*	*Detin*
Manguier	*Mangifera indica*	*Anacadiaceae*	*Yovoslotin*
Oranger	*Citrus sinensis*	*Rutaceae*	*Yovozintin*
Citronnier	*Citrus limon*	*Rutaceae*	*Gbodokle*

ANNEXE 4

TABLEAU DES LOIS & REGLEMENTS ENVIRONNEMENTAUX EN VIGUEUR AU BENIN

DISPOSITIONS LÉGALES	RÈGLEMENTS APPLICABLES
Loi n° 98-030 du 12 février 1999	Loi cadre sur l'environnement en République du Bénin
Loi n° 87-015 du 21 septembre 1987	Code d'hygiène publique
Loi n° 87-016 du 21 septembre 1987	Code de l'eau
la loi n°98- 019 du 21 mars 1998	code de sécurité sociale en République du Bénin
Décret n° 2005-466 du 28 juillet 2005	Audit environnemental en République du Bénin
Décret n° 2005-4437 du 22 juillet 2005	Inspection Environnementale
Décret n° 2001-095 du 20 février 2001	Création, attributions, organisation et fonctionnement des cellules environnementales
Décret n° 2001-096 du 20 février 2001	Création, attributions, organisation et fonctionnement de la police environnementale
Décret n° 2001-235 du 12 Juillet 2001	Procédure d'étude d'impact sur l'environnement au Bénin
Décret n° 2001-190 du 19 Juin 2001	Procédure d'audience publique au Bénin
Décret n° 2001-092 du 20 février 2001	Classement des voies d'intérêt économique, touristique et stratégique
Décret n°97-624 du 31 décembre 1997,	Structure, composition et fonctionnement de la police sanitaire en République du Bénin
Décret N° 2001-094 du 20 Février 2001.	Les normes de qualités de l'eau potable en République du Bénin
Décret n° 2003 -330 du 27 Août 2003	Gestion des huiles usagées en République du Bénin
Décret n° 2003-332 du 27 Août 2003	Gestion des déchets en République du Bénin
Décret n° 2001-294 du 08 août 2001	Réglementation du bruit en République du Bénin
Décret n° 2001-109 du 04 avril 2001	Les normes de qualité des eaux résiduaires en République du Bénin
Décret N° 2003-110 du 04 avril 2003	Les normes de qualité de l'air en République du Bénin
Projet de décret	Réglementation des établissements classés dangereux, insalubres ou incommodes en République du Bénin
Arrêté interministériel n° 069 MISAT/MEHU/MS/DC/DE/DATC/DHA-1995	Réglementation des activités de collecte, d'évacuation, de traitement et d'élimination des matières de vidange en République du Bénin
Arrêté N°12/MFPTRA/DC/SGM/DGT/DST	Réglementation du bruit en milieu de travail au Bénin
Arrêté interministériel n° 136 MISAT/MEHU/MS/DC/DE/DATC/DHA-1995	Réglementation des activités de collecte, d'évacuation, de traitement et d'élimination des déchets solides en République du Bénin
Arrêté n° 0002 MEHU/DC/DUA du 7 février 1992	Les zones impropres à l'habitation
Lettre circulaire n° 045 MTEAS/DC/DT-SST du 14 janvier 1994	Création des Comités d'Hygiène et de Sécurité (CHS)
Arrêté général n° 5926 TP du 28 octobre 1950	Réglementation de l'aménagement intérieur des dépôts d'hydrocarbures en vrac
Arrêté n°0045/MEHU/DC/SG/DE/SQEPE/DPE/SA du 23 octobre 2002	fixant les conditions et modalités d'exercice de la fonction d'Agent de la Police environnementale.

ANNEXES 5

TABLEAUX D'ACP REALISES AVEC LE LOGICIEL R 3.1

Annexe 5-1 : Eau de consommation des puits existants autour des huileries

Resultat_acp$eig

	Valeur propre	Pourcentage de variance	Pourcentage de variances cumulatives
Axe 1	5.016807385	83.61345641	83.61346
Axe 2	0.875678415	14.59464025	98.20810
Axe 3	0.087115750	1.45192916	99.66003
Axe 4	0.014166133	0.23610222	99.89613
Axe 5	0.004135283	0.06892138	99.96505
Axe 6	0.002097034	0.03495057	100.00000

> resultat_acp$var
$coord

	Dim.1	Dim 2
EP1	0.9876921	0.06957357
EP2	0.9951315	0.07072595
EP 3	-0.3891499	0.92116413
EP4	0.9935786	0.08094467
EP5	0.9619638	0.08094467
EP6	0.9934660	0.08849438

> resultat_acp$ind
$coord

	Dim.1	Dim.2
Q	0.3184974	-0.2375722
Prof	4.4362818	0.2587502
Ph	-1.1954767	-0.7353853
CE	3.5111520	0.3582150
TDS	1.2894524	-0.1923269
Tur	2.2519580	2.4358265
MES	-1.8692491	0.4335974
KMnO4	-1.6893720	-0.8473291
NO3	-0.8892579	-0.7047809
As	-1.6600700	-0.7689947

Annexe 5-2 : Signes cliniques apparents déclarés par les ouvriers des huileries

resultat_acp$eig

	Valeur propre	Pourcentage de variance	Pourcentage de variances cumulatives
Axe 1	4.66525532	58.3156915	58.31569
Axe 2	1.42219766	17.7774707	76.09316
Axe 3	0.92969282	11.6211603	87.71432
Axe 4	0.64268947	8.0336184	95.74794
Axe 5	0.18901748	2.3627184	98.11066
Axe 6	0.09802767	1.2253458	99.33601
Axe 7	0.03840861	0.4801076	99.81611
Axe 8	0.01471098	0.1838872	100.00000

> resultat_acp$var
$coord

	Dim.1	Dim.2
Sono	0.7542394	0.22586864
Pouss	0.9642250	-0.01440177
Inslu	0.3851830	0.74549469
Ftelu	0.4696689	-0.62148380
Chal	0.6150397	-0.44850201
Froid	0.7408347	0.46941177
Déch	0.9733744	0.05260229
Gazf	0.9607944	0.06856159

> resultat_acp$ind
$coord

	Dim.1	Dim.2
Afer	-1.53855522	1.7174506
Diarh	-2.35484298	0.5203422
Fat	3.97690284	0.6358907
Irg	0.38284338	1.8765042
Diarh	-2.35484298	0.5203422
Irn	1.88511164	0.7993617
Makap	-0.08308849	-2.3932344
Mote	-1.42822132	0.1475847
Surd	4.10125113	-0.9584418
Tou	0.16956633	-0.4630039
Trau	-2.43363758	-0.1148091
Vert	-1.61460200	0.6664768
Vom	-1.06272773	-1.3934373

Annexe 5-3 : Signes cliniques apparents chez les riverains enquêtés autour des huileries

Valeur propre

	Valeur propre	Pourcentage de variance	Pourcentage de variances cumulatives
Axe 1	4.04080243	67.3467072	67.34671
Axe 2	1.19961519	19.9935865	87.34029
Axe 3	0.60149357	10.0248928	97.36519
Axe 4	0.08845578	1.4742630	98.83945
Axe 5	0.04412987	0.7354978	99.57495
Axe 6	0.02550316	0.4250527	100.00000

> resultat_acp$var
$coord

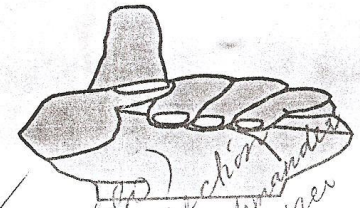
	Dim.1	Dim.2
Sono	0.9530129	-0.21054719
Effl	0.9199157	-0.29813887
Gaz	0.8077919	0.02314539
Pous	0.8750366	-0.41384554
Déch	0.7470024	0.49444942
Chim	0.5568612	0.80629660

> resultat_acp$ind
$coord

	Dim.1	Dim.2
Afres	-0.5392276	0.447213547
Diar	-2.7318655	0.248199232
Difent	-0.1447415	-0.788734562
Fat	0.9927324	2.647682756
Inso	1.5896626	-1.084203208
Irg	-2.3932755	-0.002862602
Iry	2.1790166	0.700102717
Irn	-0.3335547	-0.123904736
Mote	2.4374320	-2.002830783
Tou	3.2752178	0.871556397
Vert	-1.6334792	-0.165982312

ANNEXES 6

QUELQUES PLAINTES RELATIVES AUX POLLUTIONS DES HUILERIES



COMITE des RIVERAINS – NORD de la SHB

(Groupement d'Intérêt pour la Protection de l'Environnement)
Tél : 51 08 20
51 19 21
Cell : 86 00 96
BOHICON Quartier Honmêho

Vu
SRC (Dr LOGBO)
- Faites une inspection sur les lieux et demander à la SHB de corriger les dégâts.
- contacter également ces riverains.
09/06/05

BOHICON, le 08 Juin 2005

A

Monsieur le Directeur Départemental
de l'Environnement, de l'Habitat et
de l'Urbanisme du ZOU
ABOMEY

Réf : 001/06/CRN/05

Objet : Plainte contre pollution SHB

Monsieur le Directeur,

Nous avons l'honneur de porter à votre connaissance les nuisances que nous causent la Société des Huileries de Bohicon (SHB), sur notre santé, nos activités et sur notre circulation routière.

En effet, Il y a plus de deux mois que la SHB a entreposé sur son terrain aménagé, en face de l 'axe routier Bohicon – Abomey, et en plein-air des sacs de graines de coton. Les riverains que nous sommes, pensions à une situation qui n'allait pas durer car les Responsables de ladite Société sont bien conscients que des hommes vivent aux environs du terrain et ne sont non plus sans savoir les nuisances que peut provoquer ce dépôt à la population riveraine, surtout en ces temps pluvieux.

- A présent nous sommes envahis par de minuscules insectes et des odeurs nauséabondes. Toutes choses dangereuses pour notre santé. Somme toute, il revient aux compétences de ce domaine d'en mesurer toute la gravité

- Les véhicules gros porteurs qui transportent les sacs de graines de coton pour la SHB ont, dans leurs va-et-vient, dégradé tous les accès routiers menant de la ville à nos maisons ou commerces

Monsieur le Directeur nous nous adressons à votre compétence pour que vous agissiez dans le sens de notre bien-être.

Veuillez recevoir Monsieur le Directeur nos meilleures salutations.

Pour le Comité des Riverains - Nord

Propriétaire de Maison et de Commerce	Propriétaire de Maison	Propriétaire de Maison
ZIMAKAN Rodolphe	BOGNON M. Eugène	MARTINS Antoine

M E H U
Direction Départementale de l'Environnement de l'Habitat et de l'Urbanisme du Zou
09-06-05

AV.-

REPUBLIQUE DU BENIN
--*-*-*-*-*-*
MINISTERE DE L'INTERIEUR, DE LA SECURITE ET DE LA DECENTRALISATION
--*-*-*-*-*-*
DEPARTEMENTS DU ZOU ET DES COLLINES
--*-*-*-*-*-*
PREFECTURE D'ABOMEY
--*-*-*-*-*-*
SECRETARIAT GENERAL
--*-*-*-*-*-*

N°4/ 354 /PDZ-C/SG/SA.-

BORDEREAU D'ENVOI DES PIECES ADRESSEES

A

MONSIEUR LE DIRECTEUR DEPARTEMENTAL DE L'ENVIRONNEMENT DE L'HABITAT ET DE L'URBANISME ZOU-COLLINES

A

ABOMEY

Vu SRC pour suivi 19/10/05

MENU
Direction Départementale de l'Environnement de l'Habitat et de l'Urbanisme du Zou
ARRIVEE LE 19-10-05
SOUS N° 816

N° D'ORDRE	NOMBRE DE PIECES	SOMMAIRE	OBSERVATIONS
01	01	Photocopie de la lettre n° 415/DRTP-ZC/SCIR du 13 Octobre 2005, relative à la pollution atmosphérique du domaine des Travaux Publics, adressée au Directeur Général de la Société des Huileries du Bénin à Bohicon par le Directeur Régional des Travaux Publics Zou-Collines. -*-*-*-*-*-*-*-*-*- Abomey, le 19 Octobre 2005 PR. LE PREFET DES DEPARTEMENTS DU ZOU ET DES COLLINES, ET P.O LE SECRETAIRE GENERAL, Joseph BOCCO	Pour Attribution -*-*-*-*-*-

MINISTERE DES TRAVAUX PUBLICS ET DES TRANSPORTS

DIRECTION GENERALE DES TRAVAUX PUBLICS

DIRECTION REGIONALE DES TRAVAUX PUBLICS ZOU-COLLINES

N°415/DRTP-ZC/SCIR.

Le Directeur Régional des Travaux Publics Zou-Collines

A

Monsieur le Directeur Général de la Société des Huileries du Bénin

BOHICON

Objet: A/S pollution atmosphérique du domaine des Travaux Publics par votre huilerie.

Monsieur le Directeur Général,

Suite aux nombreuses plaintes régulièrement formulées, d'une part par les travailleurs des différentes structures déconcentrées du Ministère des Travaux Publics et des Transports à Bohicon, et par le Bureau d'Etudes CARL-BRO International d'autre part, relatives à la pollution de leur cadre de travail et de vie par des fumées, odeurs et rejets âcres émis par votre huilerie,

J'ai l'honneur de vous demander de bien vouloir prendre toutes les dispositions utiles dans le sens d'aider à maintenir un environnement sain, seul gage de la santé de nos laborieux travailleurs et de tous les acteurs de développement intervenant au niveau du domaine des Travaux Publics à Bohicon.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur Général, l'expression de mes sentiments distingués.

LE DIRECTEUR

Albert OKIDJI

Ampliation :

- Préfet/ZC
- DGTP
- Carl-Bro International

Correspondance Administrative

MESSAGE PORTE N° 4/...../PDZ/SG-STCCD DU 20 JUIN 2008

PREFET DEPARTEMENTS ZOU – COLLINES

A

* DIRECTEUR DEPARTEMENTAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA PROTECTION DE LA NATURE
* DIRECTEUR DEPARTEMENTAL DE L'HABITAT ET DE L'URBANISME
* DIRECTEUR DEPARTEMENTAL DES TRANSPORTS ET DES TRAVAUX PUBLICS
* COMMANDANT SAPEURS POMPIERS

OBJET : MISSION DE VERIFICATION AU NIVEAU DE LA SHB ET DE FLUDOR

IL M'EST REVENU QUE STOP ACTES POLLUTION NATURE ONT COURS AU NIVEAU SOCIETES VISEES EN OBJET STOP EFFETS DITES POLLUTIONS SE FONT SENTIR DANS HABITATIONS ET SERVICES ENVIRONNANTS STOP EN CONSEQUENCE STOP VOUS DEMANDE VOULOIR BIEN STOP EFFECTUER DESCENTE SUR LIEUX EN VUE VERIFICATION DITE INFORMATION STOP RESULTAT MISSION ATTENDUE POUR LE 07 JUILLET 2008 AU PLUS TARD STOP

DILIGENCE VOTRE PART VIVEMENT ATTENDUE STOP ET FIN

VU :
BON A PORTER

SIGNE

TIMOTHEE KOKOU ADJITCHE

POUR LE PREFET DES DEPARTEMENTS
DU ZOU ET DES COLLINES ET P.O.,

LE SECRETAIRE GENERAL DES
DEPARTEMENTS DU ZOU ET DES COLLINES,

JOSEPH BOCCO

23-06-08
517

REPUBLIQUE DU BENIN — MDGLAAT — PREFECTURE ABOMEY

✉ : 33 ABOMEY ☎ : 22 50 02 05

GBEDAGBA Gibril
Informaticien
quartier Agonvêzoun
BP : 2429 Goho Abomey
Cell. 68 60 99

Et

GUEZODJE Luc
Chauffeur
BP : 2429 Goho Abomey
Cell : 69 29 90

Bohicon, le 27 Avril 2004

A

Monsieur le Directeur Départemental de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme (DDEHU) du Zou-Collines

ABOMEY

Objet : *Plainte contre la Société des Huileries du Bénin (SHB ex-SONICOG) Bohicon*

Monsieur le Directeur,

Nous avons l'honneur de porter à votre connaissance que la Société des Huileries du Bénin (SHB ex-SONICOG) déverse sur nos parcelles à HONMEHO B (SOGBA) de l'eau souillée, graisseuse et contenant de la soude. Cette eau pollue de façon dangereuse l'environnement, appauvrie nos terres et tue nos cultures. Elle dégage une odeur qui ne laisse personne indifférent et cause aux riverains d'énormes maladies.

Face à cette situation et vu la dégradation très avancée de l'environnement ainsi que les nombreux dégâts qu' engendre cette eau dans le quartier HONMEHO B, nous nous sommes trouvés dans l'obligation de demander votre intervention urgente.

Compte tenu de tout ce qui précède, nous nous en remettons à votre haute bienveillance pour que nos parcelles ne soient plus inondées et qu'une solution définitive soit aussi trouvée à la pollution de l'environnement dont vous avez en charge la responsabilité.

Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, l'expression de nos sentiments très dévoués.

Ont Signé

Gibril GBEDAGBA

GUEZODJE Luc

P.J

- Copie PV du Constat de l'Huissier
- Copie Levé topographique des parcelles

M E H U
Direction Départementale de l'environnement de l'Habitat et de l'Urbanisme du Zou
ARRIVEE LE 28-04-04
SOUS N° 0250

Carl Bro International

Upgrading of the Bohicon-Kétou and Abomey-Bohicon-Véhoun Road
Réhabilitation de la Route Bohicon-Kétou et Abomey-Bohicon-Véhoun

10 octobre 2005
Référence: L2728F

Monsieur Casimir-ADJITCHE
Préfet du Zou et des Collines
Abomey

PREFECTURE D'ABOMEY
SECRETARIAT PARTICULIER
ARRIVEE LE 10/10/05
ENREGISTRE S/N° 351
DECLASSEE .....
N° REPONSE .....

Monsieur le Préfet,

J'écrivais à votre prédécesseur, les 30 août et 8 novembre 2004, au sujet d'un problème de pollution de notre environnement par des fumées et rejets âcres provenant de la Société des Huileries du Bénin, sise à côté des terrains appartenant au Ministère des Travaux Publics et des Transports que nous occupons à Bohicon.

La Société des Huileries du Bénin avait cessé de polluer notre atmosphère à la suite de nos représentations et des interventions de la Préfecture. Mais voilà que depuis plus d'un mois maintenant, les rejets de la SHB ont recommencé à polluer nos terrains, nos demeures, nos bureaux, ainsi que ceux et celles de nos autres voisins.

Je requiers encore une fois l'intervention de la Préfecture pour nous aider à vivre dans un environnement sain, exempt de ces pollutions régulières. Je vous joins photocopie des lettres de l'année dernière pour compléter votre information.

Veuillez agréer, Monsieur le Préfet, l'expression de mes salutations les plus respectueuses.

Pierre-Marie Trottier
Chef de Mission

cc. Monsieur Anders Serup Rasmussen, Ambassade Royale du Danemark
Monsieur Albert Okidji, DRTP Zou-Collines

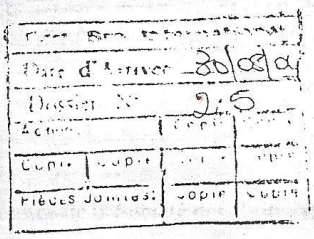
Carl Bro International

Upgrading of the Bohicon-Kétou and Abomey-Bohicon-Véhoun Road
Réhabilitation de la Route Bohicon-Kétou et Abomey-Bohicon-Véhoun

30 août 2004

Monsieur Barthélemy DEGUENON,
Préfet du Zou et des Collines
Abomey

Référence: L2200F



Monsieur le Préfet,

Je désire porter à votre attention un problème de pollution fréquente de notre environnement au terrain mis à notre disposition par le MTPT à Bohicon. Le voisin du terrain que nous occupons pour nos bureaux et résidences, la Société des Huileries du Bénin, produit régulièrement des fumées grises et noires, âcres, qui se déversent sur nos terrains, polluant l'air que nous respirons tous et salissant nos résidences et bureaux.

La cause des fumées provient de résidus solides du filtrage des huiles produites, entreposés à proximité du mur mitoyen qui sépare nos terrains respectifs, et qui s'enflamment spontanément, produisant des fumées grises très âcres. Des employés les arrosent alors pour éteindre les flammes, produisant alors les fumées noires, très salissantes et âcres. Nous ignorons si les fumées sont toxiques mais nous savons que le coton, dont les graines entrent dans la fabrication de l'huile, est abondamment arrosé de pesticides divers et probablement très toxiques, dont certains se retrouvent peut-être dans les résidus de filtration.

Nous avons déjà communiqué avec le directeur de l'usine SHB pour le prier de modifier ses méthodes et de ne plus polluer ainsi notre environnement. Il nous a montré lui-même la source de la pollution, s'est gracieusement excusé des désagréments qu'il nous avait causés et s'est engagé solennellement à ne plus émettre ces fumées. Il n'a malheureusement en rien respecté ses engagements.

Je vous prie respectueusement de nous aider à vivre dans un environnement sain, exempt de ces pollutions régulières.

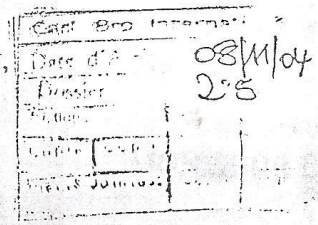
Pierre-Marie Trottier
Chef de Mission

cc. Madame Annelise Boysen, Ambassade Royale du Danemark

Carl Bro International

Upgrading of the Bohicon-Kétou and Abomey-Bohicon-Véhoun Road
Réhabilitation de la Route Bohicon-Kétou et Abomey-Bohicon-Véhoun

Carl Bro



8 novembre 2004
Référence: L2328F

Monsieur Barthélemy DEGUENON,
Préfet du Zou et des Collines
Abomey

Monsieur le Préfet,

Objet : Fumées âcres en provenance de la Société des Huileries du Bénin

Je vous remercie chaleureusement de l'attention immédiate que vous aviez portée à ma requête précédente, du 27 août 2004. À la suite de l'intervention des représentants de la Direction Départementale de l'Environnement, de l'Habitat et de l'Urbanisme, la Société des Huileries du Bénin (SHB) avait cessé durant quelques temps d'émettre les fumées âcres qu'elle déversaient sur nos terrains, polluant l'air et salissant nos résidences et bureaux.

Le problème se présente cependant à nouveau depuis environ 5 à 6 semaines alors que la SHB profite de la nuit pour émettre ses fumées. Nous n'en avons pas connaissance immédiatement bien sûr mais nous remarquons, le lendemain matin, les mêmes dépôts de suie noire sur les sols et végétaux que nous observions auparavant à la suite des émissions de fumée.

Nous demandons donc à nouveau votre intervention pour régler définitivement cette situation et nous vous en remercions à l'avance.

Veuillez agréer, monsieur le Préfet, l'expression de mes salutations les plus respectueuses.

Pierre-Marie Trottier
Chef de Mission

cc. Madame Annelise Boysen, Ambassade Royale du Danemark

Annexes 7

DECISION DU TRIBUNAL D'ABOMEY RELATIVE A UNE PLAINTE

N°20/RG-CM/04 DU ROLE

ASSIGNATION EN ARRET D'EVACUATION D'EAU SUR DOMAINE PRIVE ET EN RECLAMATION DE DOMMAGES INTERETS

REPUBIQUE DU BENIN

--- ¤¤¤¤¤----

COUR D'APPEL D'ABOMEY

----¤¤¤¤¤---

TRIBUNAL DE PREMIERE INSTANCE D'ABOMEY

----¤¤¤¤¤---

EXTRAIT DE JUGEMENT CIVIL MODERNE DU GREFFE DU TRIBUNAL DE PREMIERE INSTANCE DE DEUXIME CLASSE D'ABOMEY

======&=======

JUGEMENT N°29/12-CM DU 27 NOVEMBRE 2012

======&=======

A TITRE DE SIMPLES RENSEIGNEMENTS

ENTRE

- GBEDAGBA Gibril, Informaticien demeurant à Bohicon
- GUEZODJE Luc, Chauffeur à Cotonou
- Collectivité ADONON

DEMANDEURS : Comparant et assistés des Maîtres HOUEDETE, G. ATINDEHOU et BEDIE, tous Avocats à la Cour.

ET

La Société des Huileries du Bénin (S.H.B) représentés par son Directeur Général.
Intervenant forcé : Etat Béninois

DEFENDERESSE : Comparant et assisté des Maîtres Agnès CAMPBELL et DATO, Avocat à la Cour.

COMPOSITION DU TRIBUNAL

PRESIDENT : Akim A. ABDOULATIF

GREFFIER : F. M. Brice DOSSOU-YOVO

LE TRIBUNAL

Statuant publiquement, contradictoirement, en matière civile et en premier ressort ;

- Déclare l'action de ADONON Bernard recevable ;
- Met l'Etat hors de cause ;
- Condamne la Société des Huileries du Bénin à payer les sommes suivantes :
- 2.000.000 francs à GBEDAGBA Gibril ;
- 3.000.000 francs à GUEZODJE Luc ;
- 8.000.000 francs à la collectivité ADONON MEDJOMEMAGNIYAYA GUEZO HOUEGBE Joseph ;
- Ordonne la cessation de déversement des eaux usées provenant de la Société des Huileries du Bénin sur les parcelles relevées à l'état des lieux EL n°324 et EL n°325 au profit de GBEDAGBA Gibril et GUEZODJE Luc, sous astreintes comminatoires de 10.000 francs par jour de retard et ce à partir de trois mois à compter du présent jugement ;
- Ordonne la cessation de déversement des eaux usées sur le domaine relevé à l'état des lieux n°171 au nom de la collectivité ADONON MEDJOMEMAGNIYAYA GUEZO HOUEGBE Joseph ;
- Déboute les parties du surplus de leurs demandes ;
- Condamne la Société des Huileries du Bénin aux dépens ;

Délai d'appel : un (01) mois

SUIVENT LES SIGNATURES

POUR EXTRAIT CERTIFIE CONFORME

ABOMEY, LE 04 DECMEBRE 2012

LE GREFFIER EN CHEF

Brice F. M. DOSSOU-YOVO

Tables des matières

DEDICACE 4
SIGLES ET ACRONYMES 5
Avant-propos 7
Remerciements 9
Résumé 12
Abstract 13
INTRODUCTION 13
PREMIERE PARTIE : CADRE THEORIQUE ET ETAT DES CONNAISSANCES 16
CHAPITRE I : CADRE THEORIQUE ET CONCEPTUEL 17
1-1 Problématique 17
1-1-1 Enoncé du problème 17
1-1-2 Hypothèses 22
1-1-3 Objectifs de recherche 22
1-2 Clarification des concepts 23
1-2-1 Déchets industriels 23
1-2-2 Industrie/Usine 25
1-2-3 Production d'huile végétale 26
1-2-4 Gestion des déchets 30
1-2-5 Impact environnemental 31
Conclusion partielle 32
CHAPITRE II : ETAT DES CONNAISSANCES 33
2-1 Activités humaines, gestion des déchets et impact environnemental 33
2-2 Impact environnemental des industries 36
2-3 La pollution industrielle, un impact négatif environnemental 37
2-3-1 Pollution atmosphérique 37
2-3-2 Pollution des eaux 40
2-3-2-1 Caractéristiques des eaux usées industrielles 40
2-3-2-2 Evaluation de la pollution des eaux usées industrielles 41
2-3-2-3 Impact des eaux usées industrielles polluées sur l'environnement 43
2-3-3 Pollution des sols 44
2-4 Industrie et développement durable 48
2-4-1 Politiques environnementales pour un développement durable 48
2-4-1-1 Quelques outils d'évaluation environnementale 48
2-4-1-2 Développement industriel et les certifications 51
2-4-1-3 Norme ISO 14 001 pour un développement durable 54
2-4-2 Réutilisation des déchets industriels pour une écologie industrielle 55
2-4-3 Quelques théories engendrant la contribution des industriels au développement durable 58
Conclusion partielle 61
DEUXIEME PARTIE : CADRE DE L'ETUDE ET DEMARCHE METHODOLOGIQUE 63
CHAPITRE III : FACTEURS PHYSIQUES ET HUMAINS INFLUENÇANT LA PRODUCTION DES DECHETS DE LA SHB ET DE FLUDOR BENIN 64
3-1 Environnement physique de Bohicon et de Zogbodomey 64
3-1-1 Présentation du secteur d'étude 64
3-1-2 Facteurs climatiques de la conurbation Bohicon-Zogbodomey 66
3-1-3 Hydrographie de Bohicon et de Zogbodomey 67
3-1-4 Relief des communes de Zogbodomey et de Bohicon 68

3-1-5 Paysages végétaux de Bohicon et de Zogbodomey et le fonctionnement des huileries 69
3-1-6 Caractéristiques pédologiques des communes de Bohicon et de Zogbodomey 69
3-2 Cadre humain de la zone d'étude 75
3-3 Activités économiques à Bohicon et à Zogbodomey 77
3-3-1 Activité du secteur primaire : l'agriculture 77
3-3-2 Activités industrielles et artisanales 78
3-3-3 Activités du secteur tertiaire 79
Conclusion partielle 81
CHAPITRE IV : DEMARCHE METHODOLOGIQUE 82
4-1 Données utilisées 82
4-2 Outils de collecte des données 83
4-3 Techniques de collecte de données 84
4-3-1 Technique d'échantillonnage 84
4-3-2 Travaux de terrain 86
4-4 Méthode de traitement des données 87
4-4-1 Recherche documentaire 87
4-4-2 Analyse au laboratoire 88
4-4-2-1 Technique de prélèvement in situ 88
4-4-2-2 Critères liés aux choix du site 91
4-4-2-3 Méthodes d'analyse des eaux de consommation et des effluents industriels au laboratoire 91
4-4-2-4 Analyse des échantillons de sol 98
4-4-2-5 Evaluation du niveau sonore dans les huileries 101
4-4-2-6 Méthode d'évaluation d'impacts environnementaux des huileries 102
Conclusion partielle 105
TROISIEME PARTIE : TECHNIQUE DE PRODUCTION DES DECHETS ET POLLUTION ENGENDREE 106
CHAPITRE V : TECHNIQUE DE PRODUCTION ET DECHETS DES HUILERIES 107
5-1 Mécanisme de production des huiles végétales 107
5-1-1 Atelier de préparation 110
5-1-2 Atelier d'extraction-neutralisation 112
5-1-3 Section de raffinage 112
5-1-4 Atelier de pelletisation 113
5-1-5 Ateliers annexes 114
5-1-5-1 Chaufferie 114
5-1-5-2 Laboratoire 114
5-1-5-3 Infirmerie 114
5-2 Typologies des déchets produits par les huileries de SHB et Fludor 114
5-2-1 Huileries et production des déchets solides 115
5-2-2 Déchets liquides produits par la SHB et Fludor-Bénin 119
5-2-3 Poussières et fumée industrielle des huileries 122
5-2-4 Odeur 123
5-2-5 Bruit 123
Conclusion partielle 124
CHAPITRE VI : POLLUTIONS ATMOSPHERIQUE ET DES EAUX PAR LA SHB ET FLUDOR BENIN 125
6-1 Nuisance atmosphérique par les huileries 125
6-1-1 Perception de la pollution sonore des huileries 128
6-1-2 Facteurs climatiques influençant la pollution sonore de la SHB et de Fludor Bénin 129

6-2 Effets des effluents des huileries sur les eaux de surface et souterraine 134
6-2-1 Caractéristiques des eaux usées de la SHB et de Fludor 134
6-2-2 Contamination des eaux de surface par les effluents industriels 138
6-2-3 Effets des effluents sur la potabilité des eaux souterraines..... 140
Conclusion partielle..... 146
CHAPITRE VII : CONSEQUENCES DES DECHETS DES HUILERIES SUR LES SOLS, LES VEGETAUX ET LA SANTE DES POPULATIONS ENVIRONNANTES..... 147
7-1 Impacts des huileries sur les sols 147
7-1-1 Evaluation des caractéristiques chimiques des sols exposés aux déchets des huileries 147
7-1-2 Influences des déchets sur la qualité des sols 150
7-2 Impacts des déchets de la SHB et Fludor sur la végétation 154
7-3 Environnement industriel de la SHB et de Fludor très dégradé..... 155
7-4 Conséquences du fonctionnement des huileries sur la santé humaine 161
7-4-1 Impacts des nuisances des huileries sur la santé des ouvriers des usines 161
7-4-2 Impacts de la pollution des huileries sur la santé des riverains..... 167
Conclusion partielle..... 172
QUATRIEME PARTIE : ACTIVITES DE REDUCTION DE LA POLLUTION ET LEUR ANALYSE……174
CHAPITRE VIII : MESURES D'ATTENUATION DES NUISANCES ENVIRONNEMENTALES DES HUILERIES..... 175
8-1 Politique environnementale instaurée par la SHB et Fludor Bénin 175
8-1-1 Mode de gestion des déchets solides de la SHB et de Fludor Bénin 175
8-1-2 Techniques de traitement des déchets liquides de la SHB et de Fludor 176
8-1-3 Précautions pour une gestion durable des déchets industriels de la SHB et de Fludor..... 179
8-1-4 Prévention et protection de la santé des travailleurs et des riverains..... 182
8-2 Gestion providentielle des déchets des huileries..... 185
8-2-1 Utilisation des déchets des huileries dans l'agriculture 187
8-2-2 Valorisation des déchets industriels dans l'artisanat et le commerce 190
8-3 Etat béninois, pollution industrielle et sauvegarde de l'environnement 193
Conclusion partielle..... 194
CHAPITRE IX : DISCUSSION, DIFFICULTES ET LIMITE DE L'ETUDE 195
9-1 Discussion 195
9-2 Difficultés et limite de l'étude..... 199
CONCLUSION GENERALE 202
BIBLIOGRAPHIE 205
LISTE DES FIGURES 220
LISTE DES TABLEAUX 221
LISTE DES PHOTOS 222
ANNEXES 224