

URKINA FASO
Unité - Progrès - Justice

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE
DES SCIENCES ECONOMIQUES ET DE GESTION

Année universitaire 2000-2001

THESE

EN VUE DE L'OBTENTION DU
DOCTORAT UNIQUE ès SCIENCES ECONOMIQUES

Spécialité : ECONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT

ANALYSE SOCIOECONOMETRIQUE DES DECHETS
INDUSTRIELS AU BURKINA FASO:

Cas de la zone industrielle de Kossoulo à Ouagadougou

Présentée et soutenue publiquement le 13 avril 2001 par : **ABDOULAYE Senghor**

Sous la direction de : **THIOMBIANO Taladidia**
Maître de Conférences des Sciences économiques, UFR-SEG/U.O.

Devant le Jury composé de :

- SOULAMA Souleymane Maître de Conférences agrégé, UFR-SEG/U.O.	Président
- SAVADOGO Kimseyinga Maître de Conférences agrégé, UFR-SEG/U.O.	Membre
- THIOMBIANO Taladidia Maître de Conférences, UFR-SEG/U.O.	Membre
- PIRO Jean Maître de Conférences, UFR-SVT/U.O.	Membre
- KOULIDIATI Jean Maître de Conférences, UFR-SEA/U.O.	Membre

*« L'environnement est à la fois souvenir humain, communication avec l'autre,
mais également entre soi-même et le milieu à travers la médiation des choses,
le cadre de vie et ce qui y porte atteinte ».*

T. THIOMBIANO (1996).

A

NGARDJIBEM Ngarhordjé Philippe, mon Père

MASSELTA Dodjinongar Miriam, ma Mère

*A**NGARDJIBEM Philippe Senghor**NGARDJIBEM Masselta Senghor**NGARDJIBEM Madjitoudjoum Senghor**NGARDJIBEM Deudetangar Senghor**NGARDJIBEM Djimas Senghor*

REMERCIEMENTS

La présente thèse est le fruit d'inestimables contributions académiques, matérielles, financières et morales des institutions et d'un certain nombre de personnes à qui nous devons profonde reconnaissance.

Nous formulons donc nos sincères remerciements au Pr Taladidia THOMBIANO qui, malgré ses multiples occupations, nous a accordé un encadrement sans faille pour la réalisation de la présente thèse; le succès de ce travail y va de sa clairvoyance en la matière.

Nous adressons toute notre gratitude aux personnels de TAN ALIZ, de la BRAKINA et de l'AFO pour leur parfaite collaboration au cours de nos différents stages. Nous pensons également à ceux des différents ministères, des services déconcentrés de l'Etat, des ONG et Oi, aux chefs traditionnels ainsi que l'équipe de collecte des données sur le terrain qui se sont présentés très disponibles à notre égard.

Nous remercions vivement le Centre d'Etudes Européennes et de l'Intégration (CEEI) qui a mis à notre disposition du matériel informatique et des moyens matériels durant la réalisation de ce travail mais surtout, le soutien moral dont nous avons bénéficié de l'ensemble de son personnel pour réussir ce pari. Nous remercions aussi le Programme de Troisième Cycle Interuniversitaire (PTCI) dont l'appui financier nous a permis de finaliser ce document.

Nous sommes également sensible au soutien moral de la grande famille vivant au Tchad ou ailleurs et de l'Amicale des Ressortissants de la Tandjilé (ART) dont l'un des membres, en l'occurrence M. SADE Ngarounoum, a beaucoup contribué à améliorer le contenu formel de ce travail. Il en est de même pour ROUAMBA Madeleine et DEMBELE Kaguiatou dont les contributions ne sont plus à mesurer.

SIGLES ET ABREVIATIONS

- ADI** : Acceptable Daily Input
- ADP** : Assemblée des Députés du Peuple
- AFO** : Abattoir Frigorifique de Ouagadougou
- BGI** : Boissons et Glacières Internationales
- BIB** : Banque Internationale du Burkina
- BICIA-B** : Banque Internationale pour le Commerce, l'Industrie et l'Agriculture
du Burkina Faso
- BOA** : Bank Of Africa
- BRACODI** : Brasseries de la Côte-d'Ivoire
- BRAKINA** : Brasseries du Burkina
- BRAVOLTA** : Brasseries de la Haute Volta
- CAP** : Consentement A Payer
- CAR**: Consentement A Recevoir
- CCCO**: Campus Commun des Cours à Option
- CEDEAO**: Communauté des Etats de l'Afrique de l'Ouest
- CEDRES**: Centre d'Etudes, de la Documentation et de la Recherche
Economique et Sociale
- CEEI**: Centre d'Etudes Européennes et de l'Intégration
- CFAO**: Compagnie Française pour l'Afrique de l'Ouest
- CFC**: Chlorofuorocarbures
- CH₄**: Méthane
- CNES** : Centre National d'Education pour la Santé
- CNRST** : Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique
- CNSF**: Centre National des Semences Forestières
- CNSS**: Caisse Nationale de Sécurité Sociale
- CO**: Monoxyde de carbone

CO₂: Dioxyde de carbone ou gaz carbonique

CO₃: Carbonate

CONAGESE: Conseil National de Gestion de l'Environnement

CPI: Centre de Promotion des Investissements

Cr: Chrome

CREPA: Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût

CTMC: Centre de Tannage et de Manufacture du Cuir

DBO: Demande Biologique en Oxygène

DCO: Demande Chimique en Oxygène

DDTF: Direction des domaines et des Travaux Fonciers

DEA: Diplôme d'Etudes Approfondies

DGDI: Direction Générale du Développement Industriel

DGUH: Direction Générale de l'Urbanisme et de l'Habitat

DGPE: Direction Générale de la Préservation de l'Environnement

DGUTF: Direction Générale de l'Urbanisme et des Travaux Fonciers

DPPA: Direction de la Prévention des Pollutions et de l'Assainissement

EIER: Ecole inter-Etats des Ingénieurs d'Equipement Rural

FASEG: Faculté des Sciences Economiques et de Gestion

FASO FANI: Usine des textiles du Burkina Faso

FASO PLAST: Usine des plastiques du Burkina Faso

FAST: Faculté des Sciences et Techniques

FCFA: Franc de la Communauté Financière Africaine

FDSP: Faculté de Droit et de Science Politique

FED: Fonds Européen de Développement

GACP: Groupe Aliz Cuir et Peau

GMB: Grands Moulins du Burkina

HFC: Hydrofluorocarbones

INERA: Institut d'Etudes et de la Recherche Agronomique

INSD: Institut National des Statistiques et de la Démographie

- ITS:** Intertek Testing Services
- MCIA:**Ministère du Commerce, de l'Industrie et de l'Artisanat
- MEE:** Ministère de l'Environnement et de l'Eau
- MEF:** Ministère de l'Economie et des Finances
- MES:** Matières En Suspension
- MIHU:** Ministère des Infrastructures, de l'Habitat et de l'Urbanisme
- MM:** Matières Minérales
- MO:** Matières Organiques
- MST:** Matières Sèches Totales
- N₂O:** Oxyde nitreux
- Na:** Sodium
- NO_x:** Oxyde d'azote
- OCDE :** Organisation de Coopération et de Développement Economique
- OI :** Organisation Internationale
- OMS:** Organisation Mondiale de la Santé
- ONEA:** Office National de l'Eau et de l'Assainissement
- ONG :** Organisation Non Gouvernementale
- PACVU:** Projet d'Amélioration des Conditions de Vie Urbaines
- PF:** Présidence du Faso
- PFC:** Hydrocarbures perfluorées
- PIB:** Produits Intérieur Brut
- PPP:** Principe-Polueur- Payeur
- PTCI:** Programme de Troisième Cycle Interuniversitaire
- RAF:** Réforme Agraire et Foncière
- SAFO:** Société de l'Abattoir Frigorifique de Ouagadougou
- SAHEL CONSULT:** Ingénierie Conseil du Sahel
- SBCP:** Société Burkinabè des cuirs et Peaux
- SBMC:** Société Burkinabè de Manufacture du cuir
- SF₆:** Hexafluorure de soufre

- SGBB** : Société Générale de Banques du Burkina
SIDA : Syndrome Immuno-Déficience Acquise
SO.B.BRA : Société Burkinabè des Brasseries
SO.DI.BO : Société de Distribution des Boissons
SO₂: Dioxyde de soufre
SO₄: Sulfates
SOFITEX: Société Burkinabè des Fibres et Textiles
SONABEL: Société Nationale d'Electricité du Burkina
SONACAB: Société Nationale des Carreaux du Burkina
SOPAL: Société de Production d'Alcool
SOSUCO: Société Sucrière de la Comoé
SOVOBRA: Société Voltaïque des Brasseries
SVCP: Société Voltaïque des Cuirs et Peaux
TAN ALIZ: Tannerie de Alizéta
TLV : Threshold Limit Values for employees exposure
U.O: Université de Ouagadougou
UE: Union Européenne
UEMOA: Union Economique et Monétaire Ouest Africaine
W.C: Water-closets

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

<u>Tableau 3.1:</u> Récapitulatif des déchets solides de TAN ALIZ par an	151
<u>Tableau 3.2:</u> Récapitulatif des déchets liquides de TAN ALIZ par an	153
<u>Tableau 3.3:</u> Récapitulatif des déchets gazeux de TAN ALIZ par an	154
<u>Tableau 3.4:</u> Récapitulatif des déchets solides de BRAKINA par an	156
<u>Tableau 3.5:</u> Récapitulatif des déchets liquides de BRAKINA par an	159
<u>Tableau 3.6:</u> Récapitulatif des déchets gazeux de BRAKINA par an	160
<u>Tableau 3.7:</u> Récapitulatif des déchets solides de l'Abattoir par an	162
<u>Tableau 3.8:</u> Récapitulatif des déchets liquides de l'Abattoir par an	163
<u>Tableau 3.9:</u> Récapitulatif des déchets gazeux de l'Abattoir par an	163
<u>Tableau 3.10:</u> Dépenses environnementales de TAN ALIZ par an	172
<u>Tableau 3.11 :</u> Gains générés par les déchets de la BRAKINA par an	176
<u>Tableau 3.12:</u> Coûts générés par les déchets de la BRAKINA par an	177
<u>Tableau 3.13:</u> Gains générés par les déchets de l'Abattoir par an	180
<u>Tableau 3.14:</u> Coûts générés par les déchets de l'Abattoir par an	181
<u>Tableau 3.15:</u> Avantages sociaux générés par les activités des trois usines ...	192
<u>Tableau 3.16:</u> Avantages sociaux générés par les déchets des trois usines	193
<u>Tableau 3.17:</u> Coûts sociaux générés par les déchets des trois usines	201
<u>Tableau 4.1:</u> Comparaison des paramètres de pollution de TAN ALIZ	210
<u>Tableau 4.2:</u> Calcul des redevances de pollution de TAN ALIZ	211
<u>Tableau 4.3:</u> Comparaison des paramètres de pollution de BRAKINA	213
<u>Tableau 4.4 :</u> Calcul des redevances de pollution de BRAKINA	214
<u>Tableau 4.5 :</u> Comparaison des paramètres de pollution de l'Abattoir	215
<u>Tableau 4.6 :</u> Calcul des redevances de pollution de l'Abattoir	215
<u>Tableau 4.7 :</u> Calcul des redevances de pollution des trois usines	218
<u>Annexe 1 :</u> Résultats de la régression du modèle linéaire	289
<u>Annexe 2 :</u> Résultats des différents tests de Wald.....	290
<u>Annexe 3 :</u> Résultats de la régression du modèle linéaire réduit	291

<u>Annexe 4</u> : Résultats de la régression du modèle logit	292
<u>Annexe 5</u> : Prédiction du modèle.....	293
<u>Annexe 6</u> : Résultats du tests de Wald.....	294
<u>Annexe 7</u> : Résultats de la régression du modèle logit réduit	295
<u>Annexe 8</u> : Prédiction du modèle.....	296
<u>Annexe 9</u> : Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux usées de TAN ALIZ	297
<u>Annexe 10</u> : Résultats d'analyses microbiologiques des eaux usées de la BRAKINA	298
<u>Annexe 11</u> : Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux usées de la BRAKINA	299
<u>Annexe 12</u> : Normes de déversement des eaux usées au Nigeria	300
<u>Annexe 13</u> : Normes de déversement des eaux usées en Egypte	301
<u>Annexe 14</u> : Normes de déversement des eaux usées en Tunisie	302
<u>Annexe 15</u> : Normes de déversement des eaux usées de l'UE.....	303
<u>Annexe 16</u> : Normes de déversement des eaux usées de l'OMS	304

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE7

Première Partie : *Aspects théoriques et description du cadre de l'étude.*15

Chapitre 1 : ASPECTS THEORIQUES ET METHODOLOGIQUE16

I.1- PROBLEMATIQUE17

I.2- REVUE DE LITTERATURE..... 35

I.2.1- Les instruments économiques de politique environnementale41

I.2.2- Les méthodes de valorisation d'actif naturel..... 59

I.3- METHODE DE COLLECTE DES DONNEES.....72

I.3.1- Les données secondaires.....73

I.3.2- Les données primaires76

I.3.3 -Le questionnaire d'enquête et la justification des variables...80

Chapitre 2 : DESCRIPTION DU CADRE DE L'ETUDE.....89

II.1- PRESENTATION DU CHAMP DE L'ETUDE..... 90

II.1.1- L'environnement global du milieu récepteur.....90

II.1.2- La zone industrielle de Kossodo..... 101

II.2- PRESENTATION DES TROIS UNITES INDUSTRIELLES.....107

II.2.1- La fiche d'identité.....107

II.2.2- Le processus industriel.....121

Deuxième Partie : Coûts externes causés par les déchets industriels
de la zone de Kossodo et essai d'internalisation.....138

Chapitre 3 : MISE EN EVIDENCE DE LA POLLUTION INDUSTRIELLE
DANS LA ZONE DE KOSSODO..... 139

III.1- EVALUATION DES DECHETS DES TROIS UNITES INDUSTRIELLES
 ET LEURS MODES DE GESTION 140

III.1.1- Les différents rejets des trois unités industrielles..... 140

III.1.2- La gestion des déchets des trois unités industrielles..... 156

III.2- ANALYSE DES AVANTAGES ET DES COUTS SOCIAUX GENERES
 PAR LES DECHETS DES TROIS UNITES INDUSTRIELLES172

III.2.1- Les avantages sociaux générés par les déchets des trois usines..... 172

III.2.2- Les coûts sociaux générés par les déchets des trois usines.....183

Chapitre 4 : INTERNALISATION DES COUTS EXTERNES CAUSES
PAR LES DECHETS INDUSTRIELS 194

IV.1- TAXES ET REDEVANCES DE POLLUTION COMME INSTRUMENT
 ECONOMIQUE DE POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE.....195

IV.1.1- L'évaluation des taxes et redevances pour chacune des trois usines... 199

IV.1.2- Le récapitulatif des taxes et redevances pour les trois usines.....205

IV.2- CONSENTEMENT A PAYER DES POPULATIONS RIVERAINES
 COMME METHODE DE VALORISATION D'ACTIF NATUREL...209

IV.2.1- L'analyse statistique et interprétation des données d'enquête.....211

IV.2.2- L'analyse économétrique et interprétation des résultats231

CONCLUSION GENERALE.....250

RECOMMANDATIONS	258
BIBLIOGRAPHIE	261
Ouvrages et Articles généraux.....	262
Ouvrages et Articles sur l'environnement.....	264
Etudes et Rapports.....	271
Textes législatifs et réglementaires.....	273
Thèses et Mémoires.....	274
ANNEXES	276
Résultats de la régression du modèle linéaire simple.....	277
Résultats des différents tests de Wald	278
Résultats de la régression du modèle linéaire simple réduit.....	279
Résultats de la régression du modèle logistique.....	280
Prédiction du modèle	281
Résultats du test de Wald	282
Résultats de la régression du modèle logistique réduit.....	283
Prédiction du modèle	284
Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux usées de TAN ALIZ.....	285
Résultats d'analyses microbiologiques des eaux usées de BRAKINA.....	286
Résultats d'analyses physico-chimiques des eaux usées de BRAKINA	287
Normes pour le déversement des eaux usées au Nigeria.....	288
Normes pour le déversement des eaux usées en Egypte.....	289
Normes pour le déversement des eaux usées en Tunisie.....	290
Normes pour le déversement des eaux usées dans les pays de la CEE.....	291
Normes pour le déversement des eaux usées recommandées par l'OMS.....	292

RESUME

Les déchets produits par la tannerie TAN ALIZ, la brasserie BRAKINA et l'abattoir AFO ainsi que les autres usines de la zone industrielle de Kossodo sous la forme liquide, solide ou gazeuse sont dangereux dès lors qu'ils présentent une menace quelconque pour la santé humaine ou pour l'environnement, soit par eux-mêmes, soit lorsqu'ils entrent en contact avec d'autres composés, du fait de leur réactivité chimique ou de leurs propriétés toxiques, explosives ou corrosives. Cependant, les déchets industriels bien traités peuvent également contribuer au bon rendement de certaines activités socio-économiques des populations riveraines. Par ailleurs, s'ils sont valorisés, soit par un processus de recyclage, soit en leur donnant la forme de nouveaux produits, les gains supplémentaires qu'ils génèrent sont également source d'économie d'échelle pour ces unités industrielles au même titre que les nouveaux investissements.

Les résultats de la présente étude font ressortir que les trois usines ci-dessus citées produisent annuellement environ 10.000 tonnes de déchets solides la plupart non biodégradables, 750.000 m³ d'eaux usées avec des charges organiques et biochimiques et un volume non négligeable de déchets gazeux difficile à mesurer. L'évaluation des coûts de traitement des déchets de chacune de ces trois unités industrielles a donné les résultats suivants: 390.000.000 FCFA pour TAN ALIZ, 23.512.000 FCFA pour la BRAKINA et 3.000.000 FCFA pour l'AFO par an. Et pourtant, les gains supplémentaires générés par le recyclage ou la vente en l'état de ces déchets s'élèvent chaque année à 450.000.000 FCFA pour la BRAKINA et 330.000 FCFA pour l'AFO tandis que TAN ALIZ ne tire aucun franc de ses déchets.

Le récapitulatif des avantages sociaux générés par ces déchets aux populations riveraines en améliorant le rendement de leurs activités agricoles, maraîchères et pastorales mais également aux autres unités industrielles qui les utilisent dans leur processus de fabrication s'élèvent à environ 3.000.000 FCFA par an dont 97% proviennent de la BRAKINA et 3% de l'AFO étant entendu que les déchets de TAN ALIZ ne produisent aucun effet externe positif. Or, les coûts sociaux créés par les déchets de ces trois usines en termes de pollution de l'air, des sols, des eaux de surface et souterraines montent à environ 7.370.000.000 FCFA par an dont 90% sont imputables à TAN ALIZ, 7% à L'AFO et 3% à la BRAKINA.

Un essai d'application des taxes et redevances de pollution, en se référant aux taux fixés par l'Agence française de l'eau et en taxant le surplus des bilans de pollution des trois usines comparativement aux normes tunisiennes, a donné ces résultats: 3.071.000.000 FCFA pour TAN ALIZ, 335.000.000 FCFA pour la BRAKINA et 866.000.000 FCFA pour l'Abattoir. L'estimation du consentement à payer de 200 populations riveraines que nous avons interrogées a montré qu'en moyenne, chaque individu vivant aux alentours de la zone industrielle de Kossodo est prêt à payer une somme d'environ 50.000 FCFA par an s'il était possible de rendre sain son environnement.

Loin d'être la solution au problème de la pollution des usines de la zone industrielle de Kossodo, la présente thèse vient renforcer les sources d'informations pour les éventuels travaux de recherche sur les déchets industriels à Ouagadougou ou au Burkina Faso et peut aider dans la prise de certaines décisions.

INTRODUCTION GENERALE

Le Burkina Faso, à l'instar de la plupart des Etats africains au sud du Sahara, est un pays à vocation agricole mais qui doit aussi son développement économique à la production industrielle et aux services. De Ouagadougou à Banfora en passant par Koudougou et Bobo-Dioulasso, des entreprises publiques et des sociétés d'économie mixte ou d'économie privée se rencontrent un peu partout sur le marché économique du pays. Le secteur industriel du Burkina Faso, essentiellement constitué d'industries légères, comprend environ une centaine d'entreprises concentrées dans les deux grandes villes du pays que sont Ouagadougou (60) et Bobo-Dioulasso (25).

En effet, depuis son indépendance le 5 août 1960, ce pays a axé son développement industriel sur les manufactures et les transformations des matières premières en produits de consommation finale ou intermédiaire. Ce sont par exemple le battage du coton en fibres et le tissage de ces fibres en produits textiles, le brassage de certaines céréales en boissons alcoolisées ou non alcoolisées, le raffinage des cannes à sucre en produits sucriers, la fabrication du savon et autres détergents, le tannage des peaux en cuirs et dérivés, la fonte des métaux précieux, les constructions et ouvrages en métaux.

Selon les chiffres de l'INSD (Institut National des Statistiques et de la Démographie), ce secteur contribue pour 16,7% (1992) à 18,9% (1996) du PIB¹ et procure environ 8.000 (1995)² emplois répartis entre *Alimentation, boisson et tabac (49,3%), Textile (21,6%), Chimie (16%), Ouvrages en métaux (8%) et divers (5,1%)*.

¹ INSD (1998)

² INSD (1996)

Par ailleurs, il participe au renforcement des relations intersectorielles par la valorisation des matières premières locales et au fonctionnement des systèmes institutionnels et bancaires en raison de l'importance de ses charges vis-à-vis de l'Etat et des banques de la place.

Cependant, ce brillant tableau ne doit pas occulter la part des rejets de ce secteur dans la dégradation de l'environnement³, même si on dit que le pays dispose seulement d'une industrie légère qui reste encore à l'état embryonnaire.

C'est d'ailleurs, dans cette optique que le Code des investissements au Burkina Faso dispose à son article 8: « Les investissements productifs sont librement effectués au Burkina Faso sous réserve des dispositions spécifiques visant à respecter la politique économique et sociale de l'Etat, notamment la protection de la santé et de la salubrité publiques, la protection sociale et la sauvegarde de l'environnement »⁴. L'article 36 du Code de l'environnement de renchérit: « Tout déchet industriel⁵ ou assimilé est dangereux dès lors qu'il

³ Pour H. BOURGUINAT (1973) «l'environnement est constitué aussi bien par le milieu naturel ou artificiel qui nous entoure que par le tissu de plus en plus serré des relations institutionnelles et le réseau d'informations que nous avons bâti ».

Quant à H. OZBEKHAN, «l'environnement est défini comme tout ce que l'Homme crée, tout ce dont il s'entoure, tout ce qu'il a appris et tout ce dont il se souvient ».

Le Code de l'environnement au Burkina Faso (1997) le définit comme «l'ensemble des éléments physiques, chimiques et biologiques, naturels ou artificiels et des facteurs économiques, sociaux, politiques et culturels, qui ont un effet sur le processus de maintien de la vie, la transformation et le développement du milieu, les ressources naturelles ou non et les activités humaines ».

⁴ Loi N°62/95/ADP du 14/12/95

⁵ On entend par déchet industriel l'ensemble des rejets et émissions des industries sous formes solide, liquide et gazeux, portant des atteintes objectives et/ou subjectives au milieu. Le Code de l'environnement le considère comme «tout résidu, qu'il soit liquide, solide ou gazeux, issu d'un processus de fabrication, de transformation ou d'utilisation d'une matière ou d'un produit ». Ce sont les déchets des industries chimiques, combustibles ou incombustibles, les produits phytosanitaires obsolètes, les boues d'épuration des eaux usées et traitées, les huiles usagées, les émanations gazeuses, les ferrailles et les épaves de véhicules de tout genre. Sont assimilés aux déchets industriels, les déchets toxiques ou pathogènes des formations sanitaires.

présente une menace ou un danger quelconque pour la santé et la sécurité publiques ou pour l'environnement, soit par lui-même, soit lorsqu'il entre en contact avec d'autres composés, du fait de leurs activités chimiques ou de leurs propriétés toxiques, explosives ou corrosives »⁶.

Et pourtant, l'absence totale des normes en matière de déversements industriels et la quasi-inexistence des textes d'application de ce Code de l'environnement sont un frein majeur à toute intervention des pouvoirs publics aux moyens d'instruments incitatifs ou répressifs de régulation.

Plusieurs études et travaux de recherche ont montré que les pollutions de l'atmosphère, des sols, des eaux de surface et des nappes phréatiques dans le pays sont largement imputables aux activités industrielles. Certaines de ces unités industrielles essaient de traiter leurs effluents avant de les déverser dans les milieux récepteurs tandis que d'autres, peut-être même les plus polluantes, n'envisagent aucune possibilité de réduire leurs pollutions.

En fait, on sait que l'internalisation des externalités⁷ constituent des coûts supplémentaires pour les entreprises, aussi, tant qu'elles peuvent l'éviter, elles le

⁶ Loi N°005/97/ADP du 30/01/1997

⁷ D'après MEADE (1973), « une économie (déséconomie) externe est un événement qui offre un bénéfice appréciable (inflige un dommage appréciable) à une ou des personnes qui n'étant pas des parties totalement consentantes dans la prise de la ou des décisions qui ont conduit directement ou indirectement à l'événement en question ».

Selon VARIAN (1993), « une situation économique implique une externalité de consommation si un consommateur se préoccupe directement de la production ou de la consommation d'un autre agent. De même, il y a externalité de production quand les possibilités de production d'une entreprise sont influencées par les choix d'une autre entreprise ou d'un consommateur ».

Quant à LAPLANTE (1996), il parle d'externalités comme « avantages externes (externalités positives) lorsque les avantages sociaux d'une activité économique excèdent les avantages privés et comme coûts externes (externalités négatives) lorsque les coûts sociaux d'une activité économique excèdent les coûts privés ».

feront. En forgeant la notion d'effets externes ou externalités, A. MARSHALL a proposé au début du 20^{ème} siècle une approche très riche qui connaît aujourd'hui de nombreux prolongements⁸. Ainsi, l'internalisation⁹ des externalités consiste à mettre en œuvre des mécanismes ou instruments permettant une prise en compte effective des coûts externes dans le calcul économique. Il s'agit de faire en sorte que les agents reçoivent le "signal" qui les oblige à internaliser.

Des données que nous avons recueillies sur les trois (3) usines considérées comme les plus gros pollueurs de la zone industrielle de Kossodo, il apparaît que le problème des pollutions¹⁰ et nuisances¹¹ industrielles au Burkina Faso, et particulièrement dans la ville de Ouagadougou, est réel et mérite d'être résolu dès maintenant.

En effet, les trois usines retenues pour la présente étude (TAN ALIZ, BRAKINA et AFO), produisent à elles seules, et chaque année, environ 10.000

⁸ CROSET Y., Analyse économique de l'Etat, Cursus, Paris, 1991

⁹ Selon BARDE (1992), « c'est la prise en compte (ex ante) et la prise en charge (ex post) des externalités dans les coûts de production. En d'autres termes, les prix des biens et services mis sur le marché devraient pleinement refléter les coûts de production et les coûts des ressources utilisées, y compris les ressources d'environnement ».

¹⁰ C'est l'action de souiller ou de rendre malsain l'environnement et qui nous porte préjudice. En d'autres termes, la pollution est la dégradation de la qualité de l'air, de l'eau et du sol les rendant impropres aux utilisations pour lesquelles ils sont originellement destinés. C'est donc l'ensemble des atteintes objectives au milieu de type physico-chimique, biologique ou radioactive.

D'après le Code de l'environnement au Burkina Faso, «la pollution est causée par la présence dans l'air ambiant (pollution atmosphérique) de substances ou particules qui, de par leurs aspects, leurs concentrations, leurs odeurs ou leurs effets physiologiques, portent préjudice à la santé et à la sécurité publique ou à l'environnement. Ces substances contribuent également au renforcement de l'effet de serre et à la réduction de la couche d'ozone. Elle est aussi causée par toutes les modifications des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des eaux et des sols compromettant ainsi les usages qui en sont faits ou qui pourraient en être faits ».

¹¹ Le Code de l'environnement au Burkina Faso entend par nuisance «l'ensemble des atteintes à la fois objectives et subjectives au milieu causées par les bruits résultant de l'activité industrielle ou de transport, les odeurs incommodes, toxiques ou nocives dégagées par toute sorte d'activité, les émissions lumineuses vives, les fumées de cigarettes, cigares et pipes, lorsque ceux-ci sont de nature à nuire au repos, à la tranquillité, à la santé, à la sécurité publique ou à d'autres égards ».



tonnes de déchets solides, pour la plupart, non biodégradables. Si une partie de ces rejets solides est destinée à divers usages par les populations, l'autre partie est déversée dans la nature (décharges publiques ou non) causant d'énormes problèmes de pollution de l'environnement dont les conséquences sont désastreuses sur la santé de l'Homme.

Elles déversent aussi annuellement, à peu près, 750.000 m³ d'eaux usées avec des charges organiques et biochimiques. Ces effluents agissent, eux seuls ou en contact avec les eaux usées d'autres entités (domestiques ou industrielles) sur l'écosystème et créent de véritables problèmes de santé publique.

Le comble est que ces usines libèrent dans l'atmosphère un volume important de déchets gazeux dont les uns peuvent dégrader la couche d'ozone ou contribuer au renforcement de l'effet de serre et les autres, susceptibles de causer de véritables problèmes de santé publique. Malheureusement, les déchets gazeux industriels, pourtant les plus dangereux, sont mal connus aussi bien des industriels que des autorités.

Mais, les déchets industriels n'ont pas que des effets négatifs sur la santé de l'Homme et sur son environnement. Les déchets industriels bien traités avant déversement dans le milieu récepteur contribuent, d'une manière ou d'une autre, au bon rendement de certaines activités socioéconomiques des populations riveraines. Par ailleurs, si ces déchets sont valorisés, soit par un processus de recyclage pour une réutilisation dans les processus industriels, soit en leur donnant la forme de nouveaux produits, le coût d'opportunité et les gains supplémentaires qu'ils génèrent sont également une source de croissance économique au même titre que

les nouveaux investissements qui ont toujours été considérés comme le seul levier de croissance.

La présente thèse qui se propose de faire une analyse socioéconométrique des déchets industriels, en étudiant le cas des trois gros pollueurs de la zone industrielle de Kossodo à Ouagadougou, se place aux côtés de tous ceux qui non seulement se préoccupent des externalités négatives causées par les déchets industriels mais qui s'intéressent également aux effets externes positifs qu'ils répercutent sur la vie socioéconomique.

La première partie de cette étude consiste, dans un premier temps, à présenter les aspects théorique et méthodologique des impacts de l'activité humaine sur l'environnement d'une manière générale et en particulier, les problèmes écologiques et de santé publique causés par les déchets industriels de la zone industrielle de Kossodo. Il s'agit d'appréhender cette problématique sous tous ses aspects et de faire une revue de littérature sur un certain nombre de débats suscités par ce problème, notamment les controverses et les rapprochements entre ceux qui ont proposé l'approche économique des problèmes environnementaux causés par les déchets industriels. Ensuite, d'asseoir une méthodologie appropriée en vue de collecter, traiter et analyser les informations nécessaires à la réalisation de l'étude (Chapitre 1). Après ces aspects théorique et méthodologique, et dans un second temps, le cadre descriptif a consisté à présenter respectivement le champ de l'étude, la zone industrielle de Kossodo et les trois unités industrielles retenues pour l'étude (chapitre 2).

La deuxième partie de la thèse est consacrée à l'étude empirique des externalités créées par les unités industrielles de Kossodo, en particulier, par TAN ALIZ, la BRAKINA et l'AFO puis, à la proposition des possibilités d'internalisation de ces effets externes. Il s'agit, d'abord d'évaluer l'ensemble des rejets des trois usines et d'examiner leurs modes de gestion, ensuite de mettre en exergue tous les coûts sociaux engendrés par les déchets de ces trois unités industrielles et les avantages sociaux qu'ils génèrent aussi bien pour les populations riveraines que pour l'économie nationale (Chapitre 3). L'internalisation des coûts externes de ces unités industrielles est faite, d'abord par l'application des taxes et redevances de pollution, instrument de régulation, et puis par l'évaluation du consentement à payer des populations riveraines, méthode de valorisation d'actif naturel (Chapitre 4).

Au regard des résultats obtenus et en considération des objectifs fixés par la présente étude, il convient de proposer quelques axes de réflexion sous forme de recommandations à l'endroit des industriels « pollueurs » et des populations « polluées » mais surtout à l'adresse des décideurs politiques. Etant donné les limites liées à l'étude, la conclusion de cette ne peut constituer nullement la réponse aux problèmes de la pollution industrielle dans la zone de Kossodo mais plutôt, elle ouvre la voie à de nouvelles préoccupations et donc appelle à d'autres recherches.

Première Partie

***Aspects théoriques et description du cadre de
l'étude***

Chapitre 1

**ASPECTS THEORIQUES
ET METHODOLOGIQUE**

I.1- PROBLEMATIQUE

Le problème de la dégradation de l'environnement par les activités de l'Homme est devenu préoccupant depuis le début des années 90, et se situe au centre de tous les débats aussi bien dans les pays industrialisés que dans les pays en développement. Il s'agit d'une question de survie pour la société tout entière que pour le système productif de l'économie d'une nation. Comme le dirait Pierre MERLIN,¹² « la question est de savoir si, dans dix ou vingt ans, ou plus tard, les hommes et les femmes pourront encore bénéficier, pour vivre, d'un air sain, d'une eau potable, d'une protection suffisante contre les radiations mortelles et plus généralement, d'une qualité de vie acceptable ».

La situation est d'autant plus cruciale pour les pays en développement qu'en juin 1992, les experts des Nations-Unies ont présenté au Sommet de la Terre tenu à Rio de Janeiro au Brésil un rapport d'après lequel, pour éviter une évolution catastrophique, il était indispensable de dépenser dans les pays pauvres au moins 625 milliards de dollars par an d'investissements pour un développement durable non-polluant.

Mais en fait, quelles sont les sources des problèmes de la détérioration de l'environnement par l'Homme? D'une manière générale, les éléments destructifs de l'environnement créés par l'activité humaine ne sont ni moins, ni plus que les différents détritiques que l'Homme rejette quotidiennement dans la nature sous forme de déchets. Ces déchets affectent désastreusement l'écosystème et agissent négativement sur la santé humaine.

¹² P. MERLIN, L'Afrique et l'Environnement, JAE N°262 du 13/04 au 3/05/98

En effet, l'origine de la salubrité de l'environnement est aussi vieille que les personnes anciennes comme HIPPOCRATE et GALIEN qui ont reconnu la relation empirique qui existe entre l'environnement humain et la santé humaine¹³. L'environnement est, par conséquent, la base des ressources dont dépend la vie, et la salubrité de l'environnement lie les activités socioéconomiques et technologiques de l'Homme à son cadre de vie et à sa santé. Ainsi, tout développement qui ne tient pas compte de la détérioration de l'environnement engendre inéluctablement sa dégradation qui, à son tour, endommage la santé (morbidité) et peut même, dans certains cas, conduire à la mort (mortalité).

Sur le plan mondial, l'humanité se trouve confrontée à de graves problèmes pour sauvegarder son existence à long terme. Des produits industriels comme les chlorofluorocarbures (CFC) diminuent la couche d'ozone¹⁴ qui est indispensable pour nous protéger des radiations solaires mortelles.

Des études sérieuses ont pu démontrer que les activités humaines ont commencé à trop augmenter la teneur dans l'atmosphère de certains gaz dangereux, notamment le gaz carbonique (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (N₂O), les hydrofluorocarbones (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF₆)¹⁵. Ces gaz envoyés dans l'atmosphère par la combustion des produits pétroliers, du charbon et du bois, tendent à augmenter la température

¹³ En effet, HIPPOCRATE et GALIEN étaient les deux médecins grecs de l'antiquité dont la philosophie reposait sur la théorie des humeurs mais qui, en ces bons vieux temps, évoquaient déjà la question de santé publique, sujette à la condition environnementale.

¹⁴ D'après le dictionnaire Larousse (1992), « l'ozone est un corps simple gazeux, à l'odeur forte, au pouvoir très oxydant, dont la molécule est formée de trois atomes d'oxygène (O₃). La couche d'ozone est donc une masse formée d'un ensemble d'ozone à partir de l'oxygène vers 1500°C ou produite par les étincelles électriques. Elle joue le rôle d'écran vis-à-vis du rayonnement ultraviolet par réaction photochimique et peut servir à bien d'autres fins industrielles et scientifiques ».

¹⁵ IEPF, Protocole de Kyoto à la Convention-Cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques, décembre 1997

moyenne de la planète avec des conséquences catastrophiques telles que l'aggravation du climat chaud du Sahel et la noyade des terres basses dans certaines régions.

En Afrique, la préservation de l'environnement qui, jadis, était un luxe réservé aux pays développés, devient une préoccupation qui domine toutes les autres. En de nombreux endroits, en un demi-siècle, de vastes zones couvertes de forêts, d'autres zones où les arbres et les arbustes proliféraient, sont devenues des steppes sablonneuses ou pierreuses. Le passage de l'agriculture appauvrissante, sans labour, ni fumier et engrais, à l'agriculture de fertilité avec l'utilisation massive d'engrais chimiques et autres pesticides, est un phénomène qui affecte désastreusement les sols, les nappes phréatiques et les eaux de surface. Dans les grandes villes, la pollution provenant des gaz d'échappement des véhicules, des effluents industriels et des particules projetées par les usines menace déjà la santé publique.

Si les rejets liquides naturels, comme les eaux de ruissellement bondées de débris, d'ordures, de matières fécales et les eaux usées domestiques souillées et à forte teneur en soude caustique, sont moins inquiétants pour la santé de l'homme et de son environnement, il n'en est pas de même pour les effluents industriels et artisanaux chargés de produits chimiques. En effet, les déchets liquides comme les eaux usées industrielles et les huiles usagées d'origines diverses, sont sources de pollutions des eaux de surface et des nappes souterraines. Ils réduisent la fertilité des sols et affectent également les plantes, surtout maraîchères.

Ainsi, la consommation d'eau et des produits maraîchers provoquent des troubles gastro-digestifs tels que les amibiases, les ascaridiasés, les salmonelloses

paratyphoïdes ou toxi-infections alimentaires, le choléra, etc. L'utilisation intensive des eaux souillées dans les cultures maraîchères et la baignade provoque souvent les problèmes de dermatoses allant jusqu'au cancer de la peau. Ces eaux sales sont sources de prolifération des mouches et moustiques dont les effets sur l'homme peuvent se résumer en maladies diarrhéiques et le paludisme, les deux véritables problèmes de santé publique en Afrique si on exclut le SIDA.

Les déchets solides industriels sont également inquiétants car leur production croît de jour en jour. Ce sont les produits malfaçonnés, les divers emballages, la ferraille, la pneumatique usée, la tuyauterie, les vieux câbles, les tessons, les gadgets publicitaires, etc. Ils sont récupérés à environ 80% par les populations pour divers usages. Certaines unités industrielles les recyclent pour une réutilisation dans leur processus et, à défaut, ils sont incinérés sur les sites. Cependant, d'autres déchets solides tels que les boues de décantation qui sont séchées et enlevées par les services d'assainissement pour être jetées dans la nature sans traitement préalable présentent de sérieux dangers pour l'environnement et la santé humaine.

Les menaces des déchets solides industriels vont de la pollution des eaux de surface à la dégradation du sol en passant par les nuisances dues à la décomposition des déchets organiques, les vidanges des WC (Water-Closets) et de la combustion des ordures. Ces problèmes écologiques ont des répercussions directes sur la santé humaine. On peut noter, toujours, les épidémies de choléra dues à la contamination directe des aliments par ces déchets ou à la transmission par les mouches. Le paludisme est à la fois un problème des déchets liquides et solides puisqu'il est provoqué par la multiplication massive des moustiques aussi

bien dans les eaux usées que sur les tas d'ordures. Certains déchets comme la ferraille, les tessons, sont les principales causes du tétanos provoqué par les cas de blessures. Les déchets spéciaux des hôpitaux peuvent causer les maladies sexuellement transmissibles comme la syphilis et même le SIDA s'ils sont mal entretenus ou laissés à la portée des enfants.

De façon générale, les rejets gazeux du secteur industriel sont très mal connus compte tenu de l'absence de matériels adéquats pour leur mesure. Cependant, les nuisances, induites par certains gaz contenus dans les eaux usées ou provoquées par les fumées non récupérées des cheminées, sont assez nombreuses.

¹⁶Pourtant, les déchets gazeux industriels sont les plus dangereux aussi bien pour l'environnement que pour la santé humaine. Les quelques exemples ci-dessous nous montrent à quel point les déchets gazeux méritent une attention particulière.

- *Le gaz carbonique* produit lors de la combustion des carburants ou des foyers domestiques et industriels, lorsqu'il est inhalé, se combine à l'hémoglobine dont la fonction vitale est de transporter l'oxygène des poumons vers les tissus. Ce gaz absorbé provoque généralement des atteintes à la fonction psychomotrice et cause des troubles du système nerveux allant de la simple lassitude aux troubles de coordination en passant par les céphalées et les méningites. Il est également cause des troubles cardio-respiratoires tels les crises d'asthme, les bronchites, les rhinites et les pharyngites.

- *Le dioxyde de soufre* qui provient de la combustion des carburants, du charbon et des combustibles contenant du soufre affecte également les voies respiratoires,

¹⁶ ABDOULAYE S. (2 000).

endommage les plantes de multiples façons et produit le plus souvent les pluies acides.

- *L'oxyde d'azote*, lors de la combustion des carburants et des combustibles dans les conditions de température élevée, de la production de l'acide nitrique, présente les mêmes dangers que le dioxyde de soufre, s'il est combiné à d'autres éléments comme les hydrocarbures.

- *Les hydrocarbures complexes (aromatiques et polycycliques)* provenant de l'évaporation des solvants, de la combustion incomplète des carburants, des raffineries de pétrole, des industries et artisanat, sont généralement cancérigènes.

- *Le méthane* qui provient de l'extraction et de la répartition de gaz naturel, de la dégradation microbienne des substances organiques dans un milieu privé d'air, des stations d'épuration, des décharges, de la combustion de la biomasse, n'a pas d'effets directs sur la santé de l'homme mais contribue au renforcement de l'effet de serre¹⁷ dont les conséquences sur l'homme ne sont plus à démontrer.

- *Les poussières et la suie*, lors des processus industriels, des combustions des déchets industriels et ménagers, de l'artisanat, affectent également les voies respiratoires, créent des maladies oculaires et peuvent même provoquer la tuberculose.

- *Le plomb* qui est un métal lourd généré par la combustion d'essence à moteur plombifère, l'incinération des déchets industriels et ménagers, la refonte de la ferraille, affecte la formation du sang et le système nerveux de l'être humain, perturbe la structure de l'hémoglobine, réduit la fécondité du sol, intoxique les plantes et se concentre dans les différents maillons de la chaîne alimentaire.

¹⁷ D'après Al GORE (1993), c'est un phénomène qui a existé à la suite d'émissions anthropiques de polluants atmosphériques. Le principe est que « le soleil envoie sur la terre une énergie lumineuse importante qui, pour 70%, est absorbée puis transformée en chaleur dans l'atmosphère, notamment à la surface des océans et des terres émergées. Les 30% restants correspondent à l'énergie réfléchie par la terre et par l'atmosphère, surtout par les nuages ».

- *Le zinc*, un autre métal lourd produit par l'incinération des déchets industriels et ménagers, la refonte de la ferraille, intoxique énormément les plantes.
- *L'acide fluorhydrique* provenant de la combustion des déchets fluoritiques tels que l'aluminium, les tuiles, l'argile, le charbon, les déchets ménagers, etc., endommage les cultures, les forêts et intoxique les animaux, voire l'homme.
- *Le sulfure d'hydrogène* libéré par les sulfures utilisés dans les tanneries, provoque, par inhalation, les ballonnements de ventre et les irritations d'yeux.
- *L'ammoniac* en provenance de la décomposition des matières fécales, de l'agriculture ou de l'industrie du froid (Abattoir, Brasserie, etc.), lorsqu'il est fortement concentré, endommage la végétation et acidifie les sols et devient aussi dangereux pour l'homme.
- *L'acide chlorhydrique* qui provient de la combustion des déchets chlorés, du charbon, endommage également les plantes.
- *Les autres produits tels le cadmium, le nickel, le mercure, l'antimoine, l'arsenic, le cyanure*, que certaines entreprises industrielles utilisent dans leurs différents processus de production, sont aussi très dangereux et peuvent causer des problèmes de cancer de poumons (nickel), de trouble du système nerveux (mercure), des maladies cardio-vasculaires et l'hypertension (cadmium), la réduction de l'espérance de vie (antimoine), les différents problèmes cancérigènes (arsenic), l'empoisonnement et la mort brutale (cyanure).

Au Burkina Faso, le tissu industriel est encore naissant, sinon peu développé, bien qu'on y compte quelques unités qualifiées des plus polluantes ou des plus nuisantes. C'est pourquoi, la détérioration de l'environnement due aux activités industrielles n'a été la préoccupation des pouvoirs publics et des

chercheurs de ce pays que dans les années récentes. En effet, dans le document de travail de la Division Agriculture et Environnement de la Banque Mondiale (1996)¹⁸, il est ressorti qu'au Burkina Faso, « l'activité industrielle est toujours limitée et ne pose pas encore des problèmes environnementaux ». De plus, il faut aussi se rappeler que l'atmosphère, voire la nature en général, tolère ou absorbe une certaine quantité de pollution. C'est pourquoi, on peut dire que dans ce pays, la situation est encore acceptable.

Cependant, il faut faire remarquer que plusieurs études empiriques ont démontré que les eaux usées industrielles, les déchets solides des unités industrielles et les rejets gazeux des industries du Burkina Faso sont source de véritables problèmes de pollution, à la fois chimique, organique, microbiologique et atmosphérique aussi bien pour l'environnement que pour la santé humaine.

En 1993, une étude menée par Infraconsult SA, pour le compte du Troisième Projet Urbain, sur financement de la Banque Mondiale,¹⁹ a abouti aux conclusions selon lesquelles « le bilan annuel des déchets pour Ouagadougou fait état, entre autres, de plus de 1.000 tonnes de substances chimiques solides, mais solubles dans l'eau et par conséquent susceptibles d'être rejetées avec l'eau usée. En outre, il reste aussi plus de 10.000 tonnes d'hydrocarbures sous forme de lubrifiants utilisées, rejetées ou brûlées à Ouagadougou ». Plus de 90% de ces substances contiennent un potentiel toxicologique considérable pour les êtres humains et l'environnement. Il ressort également de cette étude que « la Société Burkinabè de Manufacture du Cuir (SBMC) rejette avec les eaux usées (53.000 m³/an) une

¹⁸ Banque Mondiale (1996).

¹⁹ PACVU (1993).

masse de 22 tonnes/an de chromates d'une haute toxicité. Cette quantité correspond théoriquement à 50 doses de létales humaines ! L'usine d'électricité, la SONABEL, retient chaque mois dans un bassin en plein air 30 m³ d'huiles usées mélangées à des résidus de filtration des huiles lourdes et des fuites des moteurs diesels causant une contamination continue et accumulative du sol par des substances polyaromatisées, hautement écotoxiques et pour la plupart cancérigènes ».

En juillet 1994, le Centre Régional pour l'Eau Potable et l'Assainissement à faible coût (CREPA) a mené une autre étude toujours pour le compte du Troisième Projet Urbain²⁰. L'étude a montré que la SONABEL qui consomme annuellement 1291 tonnes de « DDO » et 22.838 tonnes de fuel lourd rejette dans l'atmosphère une quantité énorme de monoxyde de carbone, monoxyde d'azote et des hydrocarbures ». Mais également, il est fait cas de la tannerie SBMC qui libère dans l'air une quantité importante de sulfure d'hydrogène provoquant des odeurs fétides pour les riverains.

Une étude menée, en janvier 1996, par le Ministère de l'Environnement et de l'Eau²¹ a montré que les cas les plus sérieux des déchets liquides industriels émanent des grandes unités de consommation d'eau et d'utilisation de produits chimiques telles que les textiles FASO FANI (1.000 m³ d'eau par an chargée des acides, sels, soude, soufre, colorants, etc.), les tanneries TAN ALIZ et SBMC (150.000 m³ d'eau par an contenant du chrome, d'alcalin, des sulfures, etc.), l'agro-industrie du sucre et alcool SOSUCO et SOPAL (800 m³ d'eau par an

²⁰ PACVU (1994).

²¹ MEE/DGPE (1996).

évacuée avec des acides, de la soude caustique, etc.), les brasseries BRAKINA (600.000 m³ d'eau par an évacuée avec des acides, de la soude caustique, de la levure, des détergents, des drêches, etc.), l'abattoir AFO (23.000 m³ d'eau par an évacuée avec du sang, de la bouse, de la graisse, etc.), mais surtout la mare de la savonnerie SN-CITEC et de la SOFIB-SAVONNERIE dans laquelle pataugent quotidiennement des centaines de femmes à la quête du savon de seconde main et du même coup, exposées aux agressions alcalines. On peut ajouter à cette liste les centrales thermiques de la SONABEL qui rejettent perpétuellement dans leurs effluents, de l'oxyde de carbone, du dioxyde d'azote, du dioxyde de soufre, de l'azote ammoniacal, du phosphore, etc. Dans le domaine minier et de l'artisanat de bronze, les rejets de métaux lourds sont fréquents et, par infiltration ou par les eaux de ruissellement, les nappes d'eau de puits ou de forages sont contaminées. Le comble est que 95 % de ces unités ne disposent pas de station d'épuration fonctionnelle.

En mai 1996, le Plan de gestion des déchets dans les deux grandes villes du pays (Ouagadougou et Bobo-Dioulasso)²² élaboré par le Troisième Projet Urbain a fait ressortir, pour ce qui est des déchets industriels que «c'est le vide juridique²³ qui est à la base de la pollution du milieu par des structures industrielles sans tenir compte des règles déontologiques de protection de la nature». Pour ce faire, le Plan propose que la politique d'environnement industriel soit fondée sur des mesures d'incitations financières aptes à pousser les opérateurs dans des choix technologiques appropriés.

²² PACVU (1996)

²³ Absence des normes de déversements industriels propres au Burkina Faso et des décrets d'application de certaines lois.

En 1997, notre étude²⁴ sur les pollutions et nuisances de TAN ALIZ a globalement montré que dans les effluents de l'usine, avant comme après leur traitement, beaucoup de paramètres du bilan de pollution ont des concentrations qui demeurent largement au-dessus des seuils de tolérance internationaux. Cependant, l'étude a par ailleurs ressorti que les odeurs fétides de la tannerie sont également dues à la contamination de ses eaux résiduaires, traitées avant déversement, par les rejets d'autres entités. Il est ici fait allusion aux eaux usées contenant des traces de drêches et même des produits chimiques déversés par la BRAKINA, à celles que déverse l'Abattoir Frigorifique de Ouagadougou et qui renferment des tonnes de sang d'animaux, mais également aux eaux de lavage et de fonte des métaux avec beaucoup de produits chimiques que déverse ITS, aux effluents de la savonnerie ADAM AFRIQUE, et à celles de bien d'autres unités de la zone industrielle de Kossodo. En outre, une analyse de l'eau prélevée dans le *Massili* (cour d'eau située à 18 km en aval de Ouagadougou), donne un bilan de pollution qui fait ressortir des concentrations très élevées de certains produits chimiques non utilisés par les tanneries et qui sont aussi, sinon plus, dangereux que le chrome ou les sulfures déversés par celles-ci.

Ce sombre tableau, que nous venons de dresser pour le pays dans son ensemble, vaut surtout pour ses grandes agglomérations et notamment pour la ville de Ouagadougou, dotée de deux zones industrielles et de quelques unités parsemées à travers la ville.

Mais, est-ce que les déchets industriels ne produisent que des effets nuisibles pour l'environnement et pour la santé humaine? Certes, il est vrai que, par rapport

²⁴ ABDOULAYE S. (1997).

aux déchets ménagers, les déchets industriels ont la particularité d'être très dangereux pour l'Homme et pour son environnement. Il faut cependant garder à l'esprit que ce n'est pas la production de ces déchets qui constitue la menace mais, leur gestion.

En effet, quelles que soient sa nature et sa source, tout déchet mal géré, c'est-à-dire déversé dans le milieu naturel sans traitement au préalable, a un impact négatif sur ce milieu. A l'inverse, s'il est bien traité, recyclé ou valorisé, il génère un certain nombre d'avantages dont les uns vont directement au profit de la collectivité nationale et les autres, aux populations riveraines. Cela dit, autant les déchets industriels affectent le bien-être de la communauté, autant les différents usages dont ils font l'objet constituent un gain social.

Et pour preuve, on a constaté que la plupart des déchets produits par les trois usines retenues pour la présente étude sont utilisées par les populations dans leurs diverses activités socioéconomiques. Les maraîchers, les éleveurs, les cultivateurs et autres riverains sont les premiers bénéficiaires des effets externes positifs générés par les déchets industriels. L'accroissement des productions ou la minimisation des coûts de production de ces activités socioéconomiques rentrent dans les relations intersectorielles de la vie économique du pays. Dans le cadre des relations intra-branches industrielles, on peut noter que certaines unités de la place se servent des déchets d'autres usines comme matières premières et consommables.

Il est donc important de comparer l'ensemble des externalités positives (les avantages externes tirés par la collectivité) et des externalités négatives (les coûts externes subis par cette collectivité). Ces avantages sociaux tirés aussi bien de

l'existence de ces unités que des usages faits de leurs déchets restent cependant de très loin inférieurs aux coûts sociaux engendrés (s'ils sont bien évalués) par les rejets de ces usines. A cet effet, l'analyse socioéconométrique de ces déchets, objet de la présente thèse, se doit d'utiliser les instruments économiques de politique environnementale en vue de proposer des solutions optimales à ce problème.

C'est ainsi que la méthode d'évaluation économique de l'environnement basée sur les marchés hypothétiques a été retenue pour évaluer le consentement à payer des populations riveraines. Quant aux instruments de politiques économiques, ce sont les taxes et redevances de pollution qui nous ont semblé indiquées.

Les quelques études et travaux de recherche sur les pollutions industrielles que nous venons de passer en revue mettent en exergue, chacun à sa manière, un certain nombre de problèmes relatifs aux déchets solides, liquides et gazeux. Chacun de ces travaux a également proposé des axes de solutions pour une lutte efficace de la pollution des industries. Malheureusement, ces recommandations sont jusque-là restées au stade de réflexion.

Pourtant, au Burkina Faso, la création et l'implantation des unités industrielles dans un espace donné sont régies par diverses institutions du pays dont la Direction Générale du Développement Industriel (DGDI), la Direction Générale de la Préservation de l'Environnement (DGPE), la Direction Générale de l'Urbanisme et de l'Habitat (DGUH), la Direction des Domaines et des Travaux Fonciers (DDTF), pour ne citer que celles-ci. Toutes ces institutions sont réunies au sein d'une structure appelée «Commission Nationale des Investissements » qui a

pour mission d'étudier tous les dossiers relatifs à la création des entreprises avant d'accorder des agréments conformément aux cahiers de charges soumis aux promoteurs.

En effet, la Loi N°62/95/ADP du 14/12/95 portant Code des Investissements au Burkina Faso et le Décret N°96-235/PRES/PM/MCIA/MEF du 3/07/96 fixant les conditions d'application de ladite Loi constituent les textes de base qui permettent à la DGDI de réglementer la vie des entreprises établies au Burkina Faso. Quant à la DGPE, c'est sur la base de la Loi N°005/97/ADP du 30/01/97 portant Code de l'Environnement au Burkina Faso et le Décret N°94-086/PRES du 17/02/94 portant promulgation de ladite Loi que «sont établis les principes fondamentaux destinés à gérer et à protéger l'environnement contre toutes les formes de dégradation, afin de valoriser les ressources naturelles²⁵, lutter contre les différentes pollutions et nuisances et améliorer les conditions de vie des populations dans le respect de l'équilibre du milieu ambiant»²⁶. L'occupation de l'espace urbain au Burkina Faso, elle aussi, relève de la DGUTF et de la Direction des domaines sur la base de la Loi portant Réorganisation Agraire et Foncière (R.A.F.) au Burkina Faso et le Décret N°97-054/PRES/MEF du 6/02/97 portant conditions et modalités d'application de la R.A.F.

Mais pourquoi en est-on arrivé là? La réponse à cette délicate question, à notre avis, se situe à trois niveaux de responsabilité.

²⁵ En général, les ressources naturelles sont considérées comme des biens et des services (actifs matériels et immatériels) qui sont directement fournis par la nature sans transformation aucune. Ce sont les éléments de l'environnement dont l'acquisition n'engendre pas de coûts monétaires, sinon nuls.

Selon P. POINT (1993), «les ressources naturelles sont constituées d'un stock d'éléments du patrimoine naturel dont la quantité préexiste à toute activité économique et dont les taux de renouvellement sont des variables d'état et non de commande».

²⁶ Art 2 du Code de L'Environnement du 19/01/94.

Au niveau de l'Etat, c'est-à-dire des pouvoirs publics, il convient de relever que les efforts consentis jusque-là restent toujours insuffisants pour résoudre l'épineux problème des pollutions industrielles qui est en train de gagner, lentement mais sûrement, du terrain. En effet, l'environnement ou plus précisément les ressources naturelles qui sont affectées par les rejets industriels appartiennent à la fois aux industriels "pollueurs" et aux populations "polluées"; ceci soulève donc le problème de "la tragédie du commun". Seul l'Etat peut apparaître comme arbitre des deux parties en présence. Cet arbitrage ne peut se faire que dans un cadre réglementaire bien précis. Or, au Burkina Faso, comme dans la plupart des Etats africains, bon nombre de lois régissant la vie économique souffrent du manque de décrets d'application. Et même si décrets il y en a, l'application et le contrôle posent toujours problème car le contenu de ces textes ne sont généralement pas précis pour les adapter à des contextes donnés. En outre, l'absence totale de normes en matière de déversements industriels constitue le plus gros handicap pour la résolution de ce problème.

Chez les industriels, c'est de "la fraude" car profitant de ce vide juridique, on joue au passager clandestin. Très peu d'usines de la zone industrielle de Kossodo disposent des installations de traitement de leurs déchets. Et même pour les quelques unités qui traitent leurs effluents, le problème de recyclage pour une réutilisation ou une commercialisation reste tabou. Pourtant, la revalorisation de ces déchets leur générerait une plus-value ou mieux, augmenterait la valeur ajoutée de ces entreprises.

Quant aux populations riveraines, généralement victimes, il est très difficile de dire ce qu'elles pensent réellement des coûts sociaux qu'elles subissent des

déchets industriels mais également des avantages externes qu'elles retirent. Faut-il dédommager ces populations victimes et continuer à polluer car le développement industriel (qui est aussi vital pour la collectivité) ne peut se faire sans pollutions? Il s'agit là d'estimer le consentement à recevoir des populations pour tolérer un certain niveau de pollution.

De ce qui précède, nous nous fixons dans la présente thèse un triple objectif qui, en fait, se résume en un seul objectif principal, l'analyse socioéconométrique des déchets industriels dans la zone industrielle de Kossodo afin d'apporter notre contribution au processus de résolution de ce problème déjà enclenché par les décideurs.

Le premier objectif est d'ordre environnemental et vise d'abord à recenser les différents types de déchets produits par les trois usines de Kossodo considérées comme les plus gros pollueurs de la zone; puis à évaluer leurs impacts sur l'environnement (humain, écologique, végétal, atmosphérique, hydrologique et hydrographique).

Le second objectif de cette étude est d'ordre économique. Il s'agit ici d'évaluer, pour chaque unité, le coût global de dépollution et les gains supplémentaires que leur procureraient les usages alternatifs de ces déchets. Par ailleurs, l'étude cherche à vérifier s'il est avantageux ou non aux entreprises d'investir dans le recyclage de leurs déchets en vue de réaliser des coûts d'opportunité. Un autre objectif économique de l'étude, le plus important d'ailleurs, est de comparer les avantages sociaux et les coûts sociaux de ces déchets industriels pour la communauté riveraine.

Le troisième objectif de la thèse est d'ordre académique et consiste à adapter aux données, collectées au niveau des trois usines mais surtout auprès des populations riveraines, les concepts théoriques comme les méthodes de valorisation des ressources naturelles ou les instruments économiques de politique environnementale qui sont des notions purement académiques. Les résultats de cet exercice permettront de proposer des axes de solutions aussi bien aux décideurs politiques qu'aux industriels eux-mêmes.

Au regard de tout cela, nous sommes amené à reposer le problème en termes d'avantages et de coûts sociaux créés par les unités industrielles de Kossodo dont les trois unités constituent l'échantillon représentatif. En clair, la question principale de la présente thèse est de savoir si les usines de la zone industrielle de Kossodo, de par leurs diverses activités mais surtout, à travers la production de leurs déchets, créent plus d'avantages sociaux qu'elles n'engendrent de coûts sociaux? On est donc arrivé à la série de questions spécifiques suivantes :

- quelle est, actuellement, l'ampleur de la contribution des unités industrielles de Kossodo dans la pollution de la ville de Ouagadougou et, quelle est la part de chacune des trois usines considérées comme les plus gros pollueurs de la zone industrielle de Kossodo?
- est-il financièrement avantageux pour les entreprises de recycler leurs déchets industriels ou de continuer à les déverser dans la nature s'il fallait compenser ces coûts externes par un moyen de régulation?
- quels instruments de politique économique en matière de protection de l'environnement faut-il utiliser pour amener les unités industrielles de la zone de Kossodo à minimiser leurs effets polluants?

- comment les populations riveraines de la zone industrielle de Kossodo perçoivent-elles le problème de la pollution industrielle?

Ce qui nous amène à formuler les hypothèses suivantes :

H₁ : Toutes les usines de la zone industrielle de Kossodo sont polluantes au même degré de pollution.

H₂ : Le recyclage des déchets industriels revient moins cher aux entreprises que leur internalisation par des méthodes répressives.

H₃ : Les taxes et redevances de pollution s'adaptent mieux à la politique de protection de l'environnement au Burkina Faso.

H₄ : La sensibilité des populations riveraines, victimes des pollutions industrielles, dépend des différents coûts liés à la dégradation de l'environnement, de la baisse des activités socioéconomiques, des variables culturelles et financières.

La problématique des déchets industriels comme danger pour la santé de l'Homme et son environnement que nous venons d'exposer a permis de mettre en exergue le cas particulier des impacts des déchets industriels de la zone industrielle de Kossodo sur les populations riveraines. Le problème étant posé, il importe maintenant de chercher les outils économiques qui répondent à notre contexte pour sa résolution. L'acquisition de ces moyens de traitement économique du problème de la pollution industrielle ne peut provenir que d'une revue de littérature sur les débats qui ont eu lieu autour de cette question.

I.2- REVUE DE LITTERATURE

Si l'économie de l'environnement est une discipline récente, le problème de la gestion et de la préservation de l'environnement, lui, a toujours été l'une des préoccupations des économistes de toutes les ères. En effet, l'histoire de la pensée économique a relevé que depuis les physiocrates jusqu'à nos jours, des économistes, des institutions et autres chercheurs, se sont penchés sur les problèmes environnementaux dont celui de la dotation et de l'utilisation des ressources naturelles. C'est ainsi que le Professeur André MARTENS de l'Université de Montréal, dans « Des comptes qui tournent au vert », ²⁷ nous a rappelé comment le problème de l'environnement a été traité depuis les économistes classiques jusqu'aux sommets de Stockholm en Suède et de Rio de Janeiro au Brésil.

Pour Adam SMITH (1723-1790), la rente n'était pas seulement le prix d'usage des terres cultivables mais aussi, celui dérivé de la propriété des ressources naturelles en général, y compris les gisements miniers. On remarquera plus tard que le raisonnement classique, qui remonte à la « main invisible » d'Adam SMITH, repose sur le fait que les marchés de concurrence orientent les ressources vers des usages où seront produits les biens que les consommateurs désirent le plus, à condition que ces ressources soient soumises à la propriété privée et à des marchandises que les consommateurs achètent individuellement et utilisent comme ils l'entendent. Or, les ressources de l'environnement qui n'appartiennent pas à des personnes privées sont généralement utilisées en dépit du bon sens, avec des conséquences qu'on connaît.

²⁷ A. MARTENS et B. DECALUWE (1996).

Le pessimisme du Révérend Robert Thomas MALTHUS (1766-1834) et de David RICARDO (1772-1823) reposait essentiellement sur leur croyance en des terres arables, source de rendements décroissants. John Stuart MILL (1806-1873) conçut le progrès comme une course effrénée entre le changement technologique et les rendements agricoles décroissants.

Les Néoclassiques (1870) estimaient que s'il y avait épuisement des ressources naturelles, l'augmentation de leur prix relatif induirait les substitutions technologiques nécessaires et donc il n'y aurait pas de limite à la croissance. Dans la même période, les Marxistes avaient souligné les effets polluants de l'industrialisation sur les classes laborieuses. Les Keynésiens, quant à eux, seront préoccupés par les problèmes à court terme du chômage et de la sous-utilisation des capacités de production dont était tenue pour responsable une demande globale insuffisante.

L'économiste Arthur PIGOU (1877-1959) de l'Université de Cambridge suggérait, dans « *The economics of welfare* » (1920), l'idée d'une taxe permettant de ramener le niveau de la pollution efficace au sens de PARETO. Il met ainsi en relief la notion de « déséconomie externe » qui traduit les coûts ou désavantages que l'activité d'un agent économique impose à un autre en l'absence de toute compensation monétaire, de tout rapport marchand.

Dès 1924, Frank KNIGHT posait un autre regard sur cette observation en estimant que le mauvais fonctionnement du marché est dû à l'absence des actifs fixes tels que l'air et des droits de propriété pour ces actifs fixes.

Bertrand de JOUVENEL (1959) avait, quant à lui, suggéré que le calcul économique puisse être modifié pour introduire les coûts de nuisances et de la destruction de la nature.

Le Prix Nobel Ronald COASE de l'Université de Chicago, dans son célèbre titre « *The problem of social cost* » (1960), a formulé le théorème selon lequel « une négociation sans coût portant sur les externalités se traduit par un résultat efficace au sens de PARETO dès lors que ces transactions se font indépendamment des conditions de distribution des droits de propriété ». Allen V. KNEESE et Blair T. BOWER (1968), estimaient dans « *Standards Charges and Equity* »²⁸, qu'une taxe portant sur tout rejet incite au respect d'une certaine qualité d'effluent et donc d'obtenir une meilleure qualité d'eau.

Selon E. J. MISHAN (1969), compte tenu de l'asymétrie beaucoup plus amplifiée entre pollueur et pollués, l'Etat doit créer des lois sur la pollution afin de les ramener à l'optimum au sens de PARETO. L'auteur a avancé, par exemple, que si la loi contraignait la direction des aéroports à indemniser totalement les victimes du bruit des avions, il est fort possible (bien que le coût en serait largement inférieur à celui que subissent les victimes) que la plupart des aéroports seraient déclarés anti-économiques et obligés de fermer puisqu'ils ne pourront plus couvrir leurs frais.

L. E. RUFF avait montré, quant à lui, dans « *The Economic Common Sense of Pollution* » (1970), que la pollution est réellement un problème économique. D'après lui, « les ingénieurs, par exemple, sont convaincus que la pollution

²⁸ Traduit en français par Catherine GASTON –MATHE sous le titre « Critères de qualité : taxes et justice ».

disparaîtra du jour où ils auront trouvé le gadget miracle ou la source d'énergie idéale. Les politiciens s'acharnent sur des problèmes administratifs et l'administration de son côté s'efforce de trouver à tout prix une législation adéquate. Ceux qui se placent sur un plan plus « élevé » mettent leur espoir dans un changement d'éthique ou dans une révolution sociale; selon eux, semble-t-il, les saints et les socialistes ne devraient pas faire d'ordures comme les autres ».

W. BECKERMAN (1972) soutenait que le problème de la pollution de l'environnement n'est qu'une simple question de correction d'un léger défaut d'allocation de ressources au moyen de redevances de pollution. W. KAPP (1972), lui, pensait que la traduction en termes monétaires des effets de l'Homme sur la nature sur la base du consentement à payer et de la théorie du surplus du consommateur reste réductionniste.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a créé le premier programme international à fondement scientifique sur la salubrité de l'environnement dès sa création en 1948. Les décennies des années 50 et 60 qui ont suivi la seconde guerre mondiale ont vu une croissance sans précédent de la population mondiale ainsi que du développement industriel et technologique. La préoccupation pour la protection de l'environnement contre les activités de l'Homme est le résultat de cette croissance et depuis lors, des conférences et des sommets internationaux se sont succédés afin de mettre à jour cette question qui est fondamentale pour la survie de l'être humain.

La Conférence sur l'environnement humain tenue à Stockholm en 1972 affirmait que la préservation de la nature était aussi bien la responsabilité des pays

du Sud que celle des pays du Nord. Au sommet de la terre de Rio de Janeiro en 1992, les pays du Nord reconnaissaient qu'il était nécessaire d'aider massivement les pays du Sud, si ceux-ci devaient faire face à leurs responsabilités environnementales. C'est ainsi que la Banque Mondiale a consacré son rapport sur le développement dans le monde de 1992 au thème *développement et environnement*. Dorénavant, les annexes statistiques de ce Rapport contiendront, en plus des indicateurs économiques et sociaux, des indicateurs environnementaux.

Ainsi, comme l'a souligné J-P. BARDE (1992), « l'économie constitue désormais une discipline essentielle de gestion de l'environnement, même si elle n'est pas la seule. La rationalité économique, les outils d'analyse et les forces du marché, correctement orientées, peuvent constituer un puissant levier pour une politique de l'environnement plus efficace à court et à long terme ».

En effet, dans un souci de plus grande flexibilité, d'efficacité et de rentabilité des mesures de lutte contre la pollution, plusieurs pays ont adopté, ces dernières années, un certain nombre d'instruments économiques de politique environnementale²⁹. On peut citer, entre autres, les taxes et redevances de pollution, les autorisations négociables, les subventions, les systèmes de consignation avec remboursement et d'incitations économiques en cas de respect des normes. Ces instruments font intervenir la responsabilité financière des pollueurs ou des usagers³⁰.

²⁹ Ce sont notamment les pays industrialisés surtout, mais aussi quelques pays en développement dont l'expérience en matière de protection de l'environnement connaît des avancées considérables (exemple de la Tunisie et du Nigeria en Afrique).

De façon générale, les instruments de politique économique en matière de gestion de l'environnement tels que *le Principe-Pollueur-Payeur (PPP), les Objectifs, Normes et Réglementation, les Taxes et Redevances de pollution et les Marchés de Droits à polluer* sont ceux qui reviennent le plus souvent dans les débats aussi bien en théorie comme en pratique.

Certains spécialistes estiment que *les subventions* faites par les pouvoirs publics aux entreprises sous forme de dons, de prêts à faible intérêt et d'incitations fiscales dont le but est soit d'amener les pollueurs à modifier leurs comportements, soit de minimiser les coûts de la réduction de la pollution à la charge des pollueurs constituent également un instrument de politique économique de protection de l'environnement. En effet, disent-ils, les subventions peuvent être pour les industries une véritable incitation à réduire leurs rejets polluants. Toutefois, elles ne font pas obstacle à la poursuite d'activités hautement polluantes et elles n'encouragent pas le changement des procédés de fabrication ou d'utilisation des matières polluantes. En outre, c'est le contribuable et non le pollueur qui paie le coût des subventions pour lutter contre la pollution. Pour notre part, nous ne pensons pas que cet instrument réponde à nos préoccupations et donc nous ne voyons pas l'opportunité de sa présentation.

Quant aux méthodes d'évaluation des impacts sur les ressources naturelles en vue de valoriser ces actifs naturels, il y a celles qui sont basées sur *les marchés de substitution*, d'autres basées sur *les marchés hypothétiques* et enfin, celles qui raisonnent à partir *des marchés implicites*.

³⁰ GUENE, O., (1999).

1.2.1- LES INSTRUMENTS ECONOMIQUES DE POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE

1.2.1.1- LE PRINCIPE POLLUEUR PAYEUR

Cet instrument est un produit des *Economics of Welfare* selon lequel les prix des biens et des services mis sur le marché devraient pleinement refléter les coûts de production et le coût des ressources d'environnement³¹. En effet, les entreprises qui rejettent des substances polluantes et nuisantes dans l'atmosphère, les eaux ou les sols, utilisent ces ressources naturelles en l'absence de toute tarification, c'est-à-dire qu'elles les gaspillent ou les détériorent gratuitement.

L'abandon de cette gratuité ou le PPP fait en sorte que le pollueur prenne en compte, en d'autres termes, internalise les coûts de l'utilisation ou de la détérioration de ces ressources environnementales dans ses prix de vente. En fait, les entreprises devraient répercuter dans leurs prix de vente les coûts d'utilisation des ressources naturelles tels que l'air, les eaux de surface, les nappes phréatiques et les sols qu'elles polluent et nuisent de par leurs activités.

La définition donnée au PPP par l'OCDE dans sa recommandation du 26 mai 1972 consiste, en effet, à dire que l'internalisation des coûts de pollution dont l'objectif est de donner un "signal-prix", c'est-à-dire de rétablir la "vérité des prix", permet au pollueur de prendre en charge et en compte les coûts d'utilisation des ressources environnementales dans ses prix de vente. En d'autres termes, le responsable de la pollution doit payer les coûts des dommages qu'il provoque ou les coûts des mesures nécessaires pour lutter contre ces dommages.

³¹ BARDE, Op Cit.

Une difficulté apparaît cependant dans la détermination du « pollueur », du « payeur » et même « ce que doit payer le pollueur ». Ces débats sont d'autant plus profonds qu'il nous semble nécessaire de les soulever une fois de plus dans la présente étude. Il s'agit ici, d'une question de responsabilité mais surtout, d'un problème d'équité et donc du droit.

S'agissant de la désignation du pollueur, la question fondamentale, pour reprendre la formule initiale, se pose en ces termes: est-ce le constructeur du moteur à combustion incomplète ou le fabricant du carburant plombifère qui est le « pollueur » ou bien c'est l'utilisateur dudit moteur ou dudit carburant? Ceux qui veulent remonter l'origine de la pollution attribuent la responsabilité au constructeur du moteur à combustion incomplète car pour eux le problème est d'ordre technologique et non d'usage du produit. En fait, si la technologie de départ respectait un certain nombre de normes, la pollution pourrait être atténuée quel que soit le type de carburant. Mais, le constructeur du moteur peut aussi se défendre par le fait que le fabricant du carburant a la possibilité de substituer au plomb une autre composante ou alors réduire la teneur en plomb dans son carburant. Ce qui n'empêchera pas à ce dernier de porter le doigt accusateur sur l'usager de l'engin qui ne respecte pas les règles d'utilisation de son produit.

Devant cette difficulté pour la détermination du « pollueur », il est donc judicieux de répartir la responsabilité entre les trois acteurs. La solution qui nous paraît équitable est de faire payer la pollution par tous les agents économiques se trouvant sur toute la chaîne des effets externes. En d'autres termes, le constructeur du moteur doit payer une taxe pour une "pollution potentielle", de même que le fabricant du carburant quitte à ce que l'utilisateur du moteur et du carburant paye la

taxe de la "pollution réelle". Mais là également, il va se poser d'autres problèmes. Comment mesurer la pollution potentielle? A quel niveau faut-il fixer la taxe? Est-on sûr que le moteur et/ou le carburant taxés seront-ils réellement utilisés pour créer la pollution réelle? Est-ce que le constructeur du moteur et le fabricant du carburant ne vont-ils pas incorporer ces taxes dans leur prix de vente? La réponse à cette dernière question nous semble d'autant plus affirmative et elle relance le débat en terme de qui doit payer la pollution?

En effet, dans l'hypothèse que le constructeur du moteur et le fabricant du carburant internalisent leurs coûts environnementaux, c'est l'utilisateur de ces produits qui est ici le seul payeur. Tout se passe comme s'il est le seul responsable de la pollution. D'ailleurs, le problème devient plus compliqué si l'on prend l'exemple d'un utilisateur qui ne contribue pas à la chaîne de la pollution. C'est le cas d'un jardinier par exemple qui voit le rendement de ses activités baisser à la suite de l'appauvrissement de sa surface exploitable et des attaques de ses plants par les effluents d'une usine. Logiquement, le responsable de l'usine en question doit dédommager directement le jardinier ou le cas échéant, payer une taxe de pollution à l'autorité compétente. Si cet industriel répercute ladite taxe dans ses prix de vente, le jardinier se trouve une fois de plus lésé car en achetant le produit de l'industriel il paie le prix des dommages dont il est lui-même victime.

C'est pourquoi, nous disons que le fait de répercuter les coûts d'utilisation des ressources environnementales dans les prix de vente ne consiste-il pas à demander au consommateur « victime » des dommages de payer à la place du « pollueur »? A qui doit revenir ce prix que doit payer le « pollueur »? Aux

pouvoirs publics ou à la collectivité nationale ou encore aux seuls riverains de l'unité polluante?

Enfin, que doit réellement payer le « pollueur »? Est-ce l'ensemble des rejets ou le supplément du niveau tolérable de la pollution? Il appartient alors aux pouvoirs publics de déterminer eux-mêmes, et selon chaque circonstance, le point d'impact où l'internalisation des coûts d'environnement est susceptible de s'effectuer avec un maximum d'efficacité. D'après J-P. BARDE, ce point d'impact est habituellement représenté par des courbes de coût marginal des dommages et de coût marginal d'épuration.

Le niveau optimal de pollution se trouve au point qui, s'il est connu, sera choisi par les autorités responsables. Le pollueur doit donc prendre en charge le coût d'épuration mais malgré tout, si ses dommages sont inacceptables, il doit verser une indemnisation égale à ce dommage résiduel.

Sur le plan pratique, de nombreux pays mettent en place des principes juridiques et des dispositifs financiers destinés à assurer une indemnisation équitable des victimes de la pollution³². Mais de façon générale, nous partageons le point de vue de certains auteurs qui pensent qu'il serait dangereux de faire de l'indemnisation des dommages le fondement d'une politique environnementale car il faut plutôt prévenir ces dommages que de les guérir. En effet, pour les pays en développement et, en particulier, un pays comme le Burkina Faso où la question environnementale n'est pas encore bien perçue par l'ensemble des opérateurs économiques, chercher à résoudre les problèmes de la pollution par de tels

³² MARTINE R-G. (1989).

dispositifs ne peut qu'engendrer des effets négatifs et décourager les autres mesures qui pourraient être plus efficaces.

Aussi, pour éviter les distorsions dans les échanges internationaux, le PPP se veut-il un principe de non-subvention aux pollueurs. Cependant, il peut arriver des cas d'exception où l'Etat doit intervenir sous forme d'aides financières destinées à accélérer le processus d'investissements dans les équipements antipollution pour éviter des conséquences socio-économiques défavorables de ces mesures. Là aussi, nous pensons, pour notre part, qu'une telle attitude comporte un risque de transformer l'Etat régulateur de la vie économique en Etat providence. Ce qui fausserait sans doute le jeu de la concurrence surtout en ces temps de mondialisation avec une tendance à la globalisation et à l'intégration des économies.

En définitive, en dépit des nombreuses vertus de cet instrument économique de politique environnementale comme le prône l'OCDE, nous pensons qu'il ne se prête pas à la présente étude. Pour verser dans les faiblesses théoriques de ce moyen de régulation, on peut également noter, pour ce qui est de notre étude, les difficultés relatives à la détermination du pollueur (question de responsabilité) et ce que doit payer le pollueur (assiette) quand on sait qu'il est difficile de combler le vide juridique dû à l'absence des normes de pollutions propres au pays par des références internationales.

I.2.1.2- LA REGLEMENTATION DIRECTE

Cette approche comprend trois instruments (objectifs, normes et réglementations) qui sont les fruits d'une conception s'appuyant sur une tradition régaliennne solidement implantée dans les structures et dans les mentalités.

En effet, certains théoriciens légalistes estiment que le moyen fondamental d'assurer le respect de l'environnement reste la fixation des règles s'imposant à tous les citoyens relevant de la juridiction d'un Etat. Pour eux, une des raisons qui expliquent que les entreprises ignorent (ou négligent) les externalités tient à la concurrence car, disent-ils, la dépollution ayant un coût élevé, une entreprise ne peut pas se l'imposer spontanément si ses concurrents ne le font pas. C'est pourquoi, il convient de créer des normes environnementales qui placent tous les industriels à égalité et choisir des solutions appropriées à chaque cas en vue de gérer l'environnement à moindre coût.

Comme l'a souligné J-P. BARDE, les instruments réglementaires s'inscrivent dans un cadre législatif et réglementaire qui fixe les objectifs, les principes généraux, les procédures et instruments d'application. Ce cadre prend généralement la forme de lois spécifiques à chaque domaine de l'environnement : loi sur l'eau, loi sur les pollutions atmosphériques, le bruit, etc.³³ Il comporte également des spécifications des mesures de lutte contre la pollution, sous forme de normes.

³³ BARDE J. P. Op. Cit.

Les politiques de réglementation adoptées dans la plupart des pays industrialisés ont tendance à privilégier les mesures de réglementation assortie d'un système de suivi et d'application de cette réglementation pour atteindre les objectifs de lutte contre la pollution et la gestion des déchets. Cette stratégie suppose que les pouvoirs publics aient préalablement fixé leurs objectifs en matière d'environnement dans le cadre soit de la santé, soit de l'écologie, et qu'ils aient fixé les normes ou les niveaux acceptables d'émission d'éléments polluants ou qu'ils aient précisé les technologies à adopter par les pollueurs et les délais pour atteindre ces objectifs.

Tandis que les objectifs se rapportent à la qualité d'une ressource naturelle que l'on veut obtenir, les normes, quant à elles, déterminent les buts à atteindre pour protéger l'environnement et fixent les quantités ou les concentrations d'une substance donnée incorporée ou émise dans l'air. D'après TARRADELLAS (1984) cité par GUENE (1999), les principales normes sont l'ADI³⁴ (acceptable daily input), la TLV³⁵ (threshold limit values for employees exposure) et les classes de toxicité qui sont différemment définies selon les pays.

On parle alors:

- de normes de qualité qui spécifient les caractéristiques auxquelles doivent répondre les milieux récepteurs;
- de normes d'émission qui fixent les quantités maximales autorisées de rejets des polluants;

³⁴ L'ADI est la quantité de polluant qu'un être humain peut admettre par jour sans effet nocif. Le calcul de l'ADI permet de transposer à l'homme les essais toxicologiques obtenus en laboratoire sur les animaux. Par exemple, la dose journalière limite de "non effet" déterminée en laboratoire sur un rat est divisée par 100 pour l'homme.

³⁵ La TLV est la concentration de polluants volatiles admissible dans les lieux de travail pour une durée de travail de 8 heures par jour.

- de normes de procédé qui spécifient les procédés de production, les techniques et équipements de lutte contre la pollution que les installations polluantes doivent mettre en place;
- de normes de produits qui fixent les caractéristiques auxquelles doivent répondre les produits nuisibles à l'environnement, au niveau de leur utilisation et/ou de leur rejet en tant que déchet.

La détermination des normes tient compte de quatre critères principaux :

- les critères environnementaux (risques, effets cumulatifs et effets de retard, effets irréversibles);
- les critères économiques représentés par la droite de coût marginal d'épuration et la fonction de dommages réelle (connaissance de la fonction de dommages au moyen d'une évaluation coût/avantage afin d'éviter des gaspillages économiques);
- les critères technologiques (norme moyenne, norme modèle, norme expérimentale, norme pari, norme économiquement raisonnable);
- les critères politiques (équité, acceptabilité, simplicité).

Selon certains auteurs, la réglementation directe présente des avantages certains tels que méthode éprouvée, expérimentée et perfectionnée, ayant le maximum de garantie au niveau des résultats, permettant la prévention des effets irréversibles et des pollutions les plus dangereuses. GUENE (1999) pense que cette approche donne aux autorités responsables de la réglementation et du contrôle de la pollution un pouvoir maximum afin de contrôler la destination et les conditions d'utilisation des ressources disponibles pour atteindre les objectifs relatifs à l'environnement. Elle procure en outre une estimation relativement précise des taux de réduction de la pollution qui pourront être atteints.

L'approche de réglementation directe comporte cependant des inconvénients graves comme la lourdeur administrative dans les contrôles et sanctions, les marchandages, les passe-droits et les exemptions de la réglementation, son caractère statique et non incitatif. Par ailleurs, elle ne peut satisfaire à toutes les obligations légales et aux délais impartis. En fin de compte, la réglementation directe apparaît comme un moyen coûteux d'atteindre un objectif donné car l'agence de réglementation doit disposer d'informations détaillées sur les procédés de fabrication industriels et sur la validité des différents dispositifs antipollution.

Très peu d'ouvrages ou articles traitent explicitement des objectifs, normes et réglementations en matière de gestion de l'environnement. Concernant les objectifs, l'on se réfère souvent aux données de la Communauté européenne mais également à celles de la Suisse dont l'expérience est remarquable en la matière³⁶. Si la littérature n'a pas expressément fourni les informations sur les objectifs des pays africains, elle a toutefois fait ressortir les différentes normes de déversement des eaux usées (industrielles surtout) applicables dans certains pays comme le Nigeria, la Tunisie et l'Egypte (voir les tableaux à l'annexe).

C'est sur la base de ces normes internationales que nous allons appliquer les taxes et redevances de pollution aux unités industrielles dans la présente étude, uniquement pour les eaux usées. Les normes de protection des sols et de l'air dont l'application dépasse le cadre de cette thèse compte tenu de la disponibilité des données et de la maîtrise des outils nécessaires à leur utilisation, on ne peut les appliquer pour l'instant.

³⁶ En effet, d'après certains spécialistes, les normes suisses sont les plus sévères au monde.

I.2.1.3- LES TAXES ET REDEVANCES DE POLLUTION

En 1920, l'économiste anglais Arthur PIGOU avait proposé de taxer les activités polluantes en fonction des externalités. Fixées à un niveau égal au coût social optimum, ces taxes pigouviennes permettent un ajustement automatique des activités polluantes au niveau qui maximise le gain collectif net. La détermination d'une telle taxe peut se faire, soit graphiquement si on connaît les fonctions de coût de lutte contre la pollution, soit par l'évaluation monétaire du coût social à partir d'un barème forfaitaire affecté à chaque type de polluant.

En général, on définit une taxe comme un prélèvement obligatoire de l'Etat effectué sans contrepartie directe. En termes fiscaux, on a coutume de définir la redevance comme un prélèvement comportant une contrepartie. En matière d'environnement, il existe des redevances pour services rendus telles que les redevances payées pour l'utilisation des dispositifs collectifs d'assainissement des eaux usées. Mais l'on définit souvent la redevance de pollution ou redevance d'émission comme le paiement sur les rejets directs dans l'environnement.

Les taxes et redevances de pollution constituent donc l'approche dite économique qui s'appuie sur la théorie néo-classique des externalités selon laquelle les dommages à l'environnement se traduisent sous forme de coûts externes qu'il faut internaliser en faisant payer aux pollueurs une certaine taxe pour les amener à ajuster leurs pollutions au niveau optimal. Elles déterminent les dépenses à engager pour lutter contre la pollution mais ne sont pas un indice du niveau de qualité de l'environnement.

En effet, les taxes et redevances de pollution ne sont appliquées à un "pollueur" que lorsque les objectifs de la qualité de l'environnement que se fixe une agence de contrôle de pollution ne sont pas atteints d'une part, et d'autre part lorsque les rejets du pollueur sont au-dessus de la norme requise. En d'autres termes, elles sont justifiées dès lors qu'il est possible d'estimer avec précision les dommages qui seront occasionnés par les unités additionnelles de pollution.

BARDE propose deux types de taxes : la taxe efficace qui permet d'obtenir automatiquement le niveau d'épuration désiré et la taxe optimale qui égalise le coût marginal des dommages et le coût marginal de lutte contre la pollution³⁷. Mais dans la pratique, cinq formes de taxes et redevances sont appliquées: les taxes sur les émissions, les redevances pour service rendu, les taxes sur produits, les taxes administratives et les systèmes de taxation différentielle.

Les taxes sur les émissions sont établies par les pouvoirs publics en fonction de la qualité et/ou de la quantité des éléments polluants déversés ou émis par une industrie. Elles imposent au pollueur de payer une somme d'argent pour chaque unité de polluant déversée ou émise dans l'atmosphère. Comme nous l'avions annoncé dans la section précédente, ces taxes sont généralement utilisées en conjonction avec les normes et les autorisations³⁸ et permettent de satisfaire aux normes du milieu ambiant, aquatique et atmosphérique. Il faut cependant préciser que ce mode de taxation nécessite la quantité de polluants rejetés. Par exemple pour la taxe contre la pollution de l'eau, on doit se baser sur les objectifs de qualité de l'eau, les coûts de financement de la dépollution ou les normes applicables aux

³⁷ J-P. BARDE op. cit.

³⁸ Il s'agit ici des permis de pollution négociables ou des droits à polluer que nous verrons dans la section suivante.

effluents. Comme tout instrument de régulation, les taxes sur les émissions présentent quelques inconvénients. Néanmoins, elles ont l'avantage d'être moins coûteux et facilement adaptables que la réglementation directe.

Les redevances pour service rendu (appelées aussi redevances des utilisateurs) correspondent au financement direct du traitement collectif de la pollution (gestion des ordures, collecte et traitement des eaux usées). C'est donc un paiement effectué en contrepartie des services d'évacuation ou de traitement des polluants. Ces redevances sont établies en fonction de la nature et de la caractéristique des polluants.

Les taxes sur les produits s'ajoutent au prix des produits ou de leurs intrants qui sont polluants au stade de leur fabrication ou de leur consommation ou encore qui nécessitent des équipements spéciaux d'évacuation. De même que les taxes sur les émissions, ces taxes ont l'avantage de permettre aux utilisateurs de déterminer leur propre technologie de dépollution et elles comportent en outre une prime pour les produits recyclés. Cependant, l'efficacité d'une telle mesure dépend de la disponibilité des produits de substitution. La taxe prélevée sur les lubrifiants ou sur les cigarettes est un exemple de taxe sur les produits.

Les taxes administratives, quant à elles, sont celles qui sont payées aux autorités tels l'enregistrement des produits chimiques ou la préparation et la mise en œuvre de la réglementation relative à l'environnement. C'est le cas d'une taxe prélevée sur les pesticides ou autres produits sur la base de leur toxicité afin d'encourager l'utilisation des produits alternatifs moins dangereux. En fait, ces taxes sont dans la pratique assimilées aux taxes sur les produits à cause du bas

niveau de leurs taux et donc elles sont moins incitatives que les taxes sur les émissions.

La taxation différentielle, enfin, est une mesure destinée à promouvoir la consommation des produits sans danger pour l'environnement. Le principe de cette taxation est de "sanctionner" les utilisateurs des produits dangereux et de "subventionner" ceux qui renoncent à ces produits au profit des substituts moins dangereux. En effet, elle combine deux surtaxes s'ajoutant aux autres taxes sur les produits: une taxe d'un montant positif sur les produits polluants et une taxe d'un montant négatif sur les produits de substitution moins polluants.

L'approche économique offre plusieurs avantages car, correctement appliquée, elle a pour effet de:

- promouvoir des méthodes antipollution rentables, susceptibles de maintenir la pollution à des niveaux acceptables;
- stimuler, dans le secteur privé, le développement des technologies et des connaissances nécessaires pour lutter contre la pollution;
- procurer à l'Etat des revenus utilisables dans les programmes de protection de l'environnement;
- permettre une certaine flexibilité au niveau des technologies antipollution;
- rendre utile la collecte d'une masse de données nécessaires pour permettre aux services publics de déterminer, cas par cas, le niveau de maîtrise de la pollution réalisable et approprié pour une industrie ou un produit donné.

Cependant, les instruments économiques présentent également un certain nombre d'inconvénients tels que:

- les difficultés que rencontre cette approche dans la prévision des impacts de certaines activités sur l'environnement par rapport à l'approche traditionnelle de réglementation et de contrôle;
- les pollueurs ont toujours la possibilité de choisir leur propre solution;
- si le taux de taxation (par exemple) est trop faible, certains pollueurs risquent d'opter pour la pollution au lieu de dépolluer;
- dans les pays en développement, par exemple, il se posera le problème de complexité des structures institutionnelles pour leur mise en œuvre.

Un certain nombre de pays ont appliqué les différentes formes de taxes de pollution dans les domaines de l'air, pollution de l'eau, des déchets solides et même dans le domaine du bruit. C'est le cas de la France où, bien avant 1992 (Sommet de Rio), les taxes pour services rendus et sur produits sont déjà appliquées sur la pollution de l'eau, de l'air et sur les déchets solides. Certains Etats africains ont également tenté, avec succès, cette expérience ; c'est le cas de la Tunisie et du Nigeria.

C'est à ce titre que, malgré l'absence des normes de déversements industriels, les assiettes et les taux propres au Burkina Faso³⁹, nous estimons que cet instrument pourrait aussi être testé dans ce pays. En se référant aux données internationales⁴⁰, notamment aux taux et assiettes appliqués par l'agence française de l'eau et les normes de déversements de certains pays africains comme la Tunisie, le Nigeria et l'Egypte, on peut aisément adapter cet outil dans le présent contexte.

³⁹ Signalons que les normes de protection de l'environnement pour le Burkina Faso sont encore au stade de propositions et le Rapport provisoire présenté par le Dr Ousseynou GUENE auquel nous nous référons dans cette thèse attend son adoption dans les bureaux du Ministère de l'Environnement et de l'Eau.

⁴⁰ Voir ces données dans les tableaux de l'annexe j.

En raison des disponibilité des données sur les rejets gazeux et des déchets solides, nous nous sommes limité à la taxe sur les émissions des effluents, c'est-à-dire aux déchets liquides. Aussi, compte tenu de nos réalités sur le terrain, quelques aménagements ont été introduits dans les bases de taxation.

I.2.1.4- LES PERMIS DE POLLUTION NEGOCIABLES

L'idée de base qui a poussé l'économiste canadien DALES à proposer dès 1968 la création de marchés de droits à polluer est qu' «au lieu de fixer des normes et limites d'émissions, l'Etat attribue ou met en vente des permis de pollution pour une quantité correspondant au niveau de pollution maximal acceptable. Ces permis peuvent ensuite être achetés ou vendus ». Il existe deux formes de droits à polluer que les pollueurs peuvent négocier entre eux: les autorisations négociables et l'assurance-responsabilité.

Pour les autorisations négociables, l'administration responsable détermine un niveau de qualité de l'environnement défini comme taux acceptable d'émission de polluants ou en tant que norme de qualité du milieu ambiant. Ce niveau de qualité est ensuite converti en nombre total de rejets autorisés de polluants. Des droits de rejets de polluants sont ensuite attribués aux entreprises sous forme d'autorisation ou de permis. Chaque permis ou autorisation délivré spécifie la quantité de polluants que le détenteur est autorisé à déverser ou à émettre. La demande des autorisations variant en fonction des coûts marginaux de traitement pour le pollueur, tant que le coût marginal est inférieur ou égal au coût d'acquisition de l'autorisation, le pollueur acceptera de traiter ses émissions.

Ce système permet à chaque participant de gagner sans aucune charge pour l'Etat. Seuls les pollueurs dont le coût marginal d'épuration, au niveau de la limite d'émission, serait égal au prix du marché ne feraient aucun gain car ils ne seraient ni vendeurs ni acheteurs. Cependant, une fois sur le marché, les permis seront librement négociables.

L'avantage de cette approche est la fixation *a priori* de la quantité de pollution que l'on accepte de tolérer. En outre, elle offre une flexibilité en terme de temps et puis, les économies résultant des autorisations négociables sont plus évidentes que celles réalisées grâce au système de taxation. Mais, son inconvénient majeur est l'ignorance ou la mauvaise connaissance des coûts des dommages. L'Etat fixera alors ce niveau de pollution en fonction d'un certain nombre de critères.

Quant à l'assurance-responsabilité, c'est un mécanisme de création de marché qui permet à une entreprise privée ou à un organisme public de transférer à une compagnie d'assurance les risques de pénalité pour les dommages occasionnés. Les primes d'assurance traduisent l'ampleur et la probabilité des dégâts. L'avantage de ce système est son caractère incitatif en ce sens qu'il permet d'abaisser le montant des primes d'assurance lorsque les procédés présentent moins de risques ou si en cas d'accidents, ils occasionnent moins de dégâts⁴¹.

A la Conférence des Nations-Unies sur le changement climatique, tenue à Kyoto en décembre 1997, il est envisagé, au plan mondial, la mise en place d'un

⁴¹ Pour avoir une idée complète sur les systèmes d'échanges de permis de pollution, lire TIETENBERG T.H., *Emission Trading, Resources for the Future*, Washington, 1985.

marché de permis négociables. Ce marché concerne essentiellement six (6) gaz appelés « gaz à effet de serre ». Il s'agit du gaz carbonique, du méthane, de l'oxyde nitreux, d'hydrofluorocarbones, d'hydrocarbures perfluorés, et de l'hexafluorure de soufre dont les émissions sont très dangereuses pour la couche atmosphérique.

Les Etats « parties prenantes » s'engagent donc à réduire au maximum les émissions de ces gaz par le biais des transactions (négociations) sur les quotas de permis d'émissions. Cet engagement a été positivement apprécié dans le Protocole à la Convention-Cadre sur la lutte contre l'effet de serre au cours du Séminaire-Atelier tenu à Paris en mai 1998. Pour les pays en développement dont les normes de qualité de l'environnement sont généralement modeste au départ, les autorisations négociables peuvent offrir des économies substantielles si le marché jouait pleinement son rôle.

Cependant, il faut noter que la plupart des parties prenantes éprouvent encore d'énormes difficultés pour son application. Dans tous les cas, le bon fonctionnement des permis négociables est soumis à de nombreuses conditions bien qu'ils présentent des avantages à la fois pour l'environnement et pour l'économie tout entière.

C'est pourquoi, nous disons que si l'expérience américaine sur les marchés des droits à polluer a réussi, il n'est pas évident que cette approche soit appliquée avec succès dans d'autres pays, et surtout dans un pays comme le Burkina Faso où le tissu industriel, source des pollutions, est embryonnaire et où la politique environnementale est encore en chantier. De ce qui précède, nous pensons que

l'adaptation de cet instrument dans cette étude ne peut conduire à des résultats concluants.

Après cette revue des différents instruments économiques de politique environnementale, il faut présenter les méthodes de valorisation d'actif naturel, élément de l'environnement dégradé par les déchets industriels.

I.2.2- LES METHODES ECONOMIQUES DE VALORISATION D'ACTIF NATUREL

I.2.2.1- LA METHODE DES COUTS DE DEPLACEMENT

Dès 1947, HOTELLING a proposé une méthode de valorisation d'actif naturel dite *méthode des coûts de déplacement*⁴² qui sert à mesurer la valeur économique des sites touristiques dont le surplus du consommateur est dérivé de la fonction de demande. L'idée de base est que les dépenses engagées par les individus pour se rendre sur un site expriment en quelque sorte leur consentement à payer pour jouir du site.

C'est la méthode qui reflète exactement le principe de faible complémentarité de Mäler ; c'est-à-dire qu'elle illustre l'exploitation de la relation de complémentarité entre une activité, généralement récréative, et un actif naturel. Son principe est que si on modifie les dépenses affectant l'usage de cette activité, on a l'information sur l'évolution de la demande indirecte de l'actif naturel soit en dégradation, soit en amélioration selon que la modification se fait en hausse ou en baisse. Les deux critères qui doivent guider la méthode des coûts de déplacement sont l'acceptabilité théorique et la facilité de mise œuvre empirique.

Cette méthode a connu de nombreux succès aux Etats-Unis comme en témoignent les 200 études ayant utilisé cette technique à partir de 1980 et identifiées par SMITH et KAROU (1990)⁴³. Cependant, quelques problèmes économétriques liés à sa mise en œuvre, notamment le problème du choix de la forme fonctionnelle de la fonction de demande (des usagers et des non usagers de

⁴² Pour plus de détails, lire DESAIGUES et POINT Op. Cit. PP 41-75.

l'actif naturel) et celui de l'hétéroscédasticité due aux différentes tailles de la population cible limitent son utilisation dans bien de cas. Ces difficultés de fondement théorique ont une répercussion non négligeable sur des études empiriques de valorisation d'actif naturel. Il est donc évident que ce problème puisse se poser dans le présent cas.

Certes, le champ concerné par la présente étude renferme un parc récréatif sis à la forêt classée de la "Zone du Bois", non loin du milieu récepteur des effluents et des émissions de la zone industrielle de Kossodo. Ce parc peut être assimilé, dans notre contexte, à un site touristique susceptible d'être affecté par les externalités des usines de cette zone, surtout par les odeurs nauséabondes de la tannerie. Cependant, le groupe cible concerné par les activités récréatives est essentiellement constitué d'enfants alors que les auteurs des dépenses relatives au déplacement sont les parents. Ce qui suppose que l'arbitrage entre la jouissance du site et les autres loisirs, pour ces enfants, ne dépend pas forcément des coûts de trajet ni de la qualité de l'environnement. D'un côté, il est incontestable que vouloir interroger ces enfants sur leur alternative entre l'utilité qu'ils retirent des loisirs au "Faso Parc" et celle qu'ils retireraient des loisirs dans d'autres sites ne peut que donner des informations erronées. De l'autre, la quasi-inexistence d'autres sites semblables dans la ville de Ouagadougou constitue aussi un problème de disponibilité et même de fiabilité des données si l'on voudrait demander les avis de ces enfants.

⁴³ Voir DESAIGUES et POINT Op. Cit.

De ce qui précède, malgré ses nombreuses vertus, la méthode des coûts de déplacement ne se prête pas à notre cas et donc il faudra rechercher d'autres méthodes de valorisation d'actif naturel.

1.2.2.2- LA METHODE DES DEPENSES DE PROTECTION

Certains auteurs préfèrent plutôt exploiter la relation de parfaite substituabilité qui existe entre un bien i et la qualité d'un actif naturel. Il s'agit de la *méthode basée sur les dépenses de protection* que les individus engagent pour se protéger de la pollution ou obtenir une amélioration de leur environnement. Le principe consiste à vérifier qu'en augmentant les dépenses de protection, on obtient un indicateur précieux du consentement à payer des individus pour maintenir constant leur niveau d'utilité lorsque la qualité de l'actif naturel se dégrade.

COURANT et PORTER (1981) partent de deux situations différentes pour exploiter la relation existant entre la variation des dépenses de protection et le consentement à payer.

*Premièrement, ils estiment que si une amélioration de la qualité de l'environnement est souhaitée uniquement parce qu'elle induit une diminution des dépenses de protection, le niveau des dépenses indique le niveau inférieur ou supérieur du consentement à payer.

*Deuxièmement, ils supposent que lorsque la qualité de l'environnement affecte directement le bien-être de l'individu, et entre comme argument dans sa fonction d'utilité, ce sont les relations de complémentarité et de substituabilité entre les différents biens et les dépenses y afférentes qui déterminent la borne inférieure ou supérieure du consentement à payer.

Dans le même ordre d'idée, BARTIK a démontré, en 1988, dans son modèle théorique qu'une mesure correcte du consentement à payer peut être estimée à partir des dépenses de protection si l'on dispose de toute l'information sur les fonctions de nettoyage des ménages et leur fonction de demande de qualité de l'environnement. Il précise qu'en l'absence de cette dernière information, les limites supérieures ou inférieures de réduction de la pollution (ou du consentement à payer) peuvent être déduites de la réduction des dépenses de protection (et les choix effectués par les individus avant et après la réduction de pollution) pour des modifications non marginales de la pollution⁴⁴.

COURANT et PORTER tirent une conclusion assez pessimiste quant à la fiabilité de cette méthode car, pour eux, entre deux individus, en tout point identique, excepté leur localisation, l'observation des dépenses de protection (nettoyage par exemple) peut ne pas être un indicateur satisfaisant de leur consentement à payer pour cette localisation. BARTIK, quant à lui, conclut que la méthode de dépenses de protection, quoique n'exprimant pas raisonnablement le consentement à payer des individus pour l'amélioration de la qualité d'un actif naturel, permet cependant d'estimer le gain du bien-être induit par une diminution de la pollution de l'air par les particules en suspension et la perte du bien-être induit par une contamination de l'eau souterraine.

Pour notre part, si nous prenons par exemple comme bien i l'épuration des eaux du marigot récepteur des effluents des unités industrielles, et comme actif naturel la qualité de cette eau, la méthode peut s'appliquer afin de mesurer le consentement à payer des riverains. Cependant, la difficulté réside dans la

⁴⁴ Pour plus de détails sur cette question, lire DESAIGUES et POINT (1993), PP 79-90.

construction de la fonction de demande de qualité de l'environnement des populations riveraines de la zone industrielle de Kossodo d'une part, et d'autre part la nature des données nécessaires à l'application d'une telle méthode pose également problème. C'est pourquoi, nous estimons qu'à défaut de l'appliquer dans son intégralité, nous utilisons quelques informations relatives aux dépenses de protection comme argument pour estimer notre modèle du consentement à payer.

I.2.2.3- LA METHODE DES PRIX HEDONISTES

D'autres auteurs comme RIDKER et HENNING (1967) suivis par ROSEN (1974) ont préféré à ces deux méthodes celle dite des *prix hédonistes ou coûts implicites*⁴⁵ qui assignent un prix à l'environnement en examinant l'effet que celui-ci a sur un bien privé (généralement les biens immobiliers) faisant l'objet de transaction marchande.

Cette méthode part de la non homogénéité de certains biens et de leur différence dans les caractéristiques dont la qualité de l'environnement. Son principe est que l'attachement des individus à la valeur de la qualité de l'environnement les amène à consentir à payer une somme d'argent supplémentaire pour l'acquisition des biens intégrant une certaine quantité de l'environnement sain. En d'autres termes, les prix des biens sont, pour la plupart, fonction de la qualité de l'environnement avant, après et pendant leur production.

C'est ainsi que ROSEN a développé en 1974 son modèle d'équilibre spatial où le différentiel de prix entre biens à caractéristiques différentes, mais de même

⁴⁵ DESAIGUES et POINT Op. Cit., PP 91-107.

type (habitations par exemple), constitue une information sur le prix implicite (ou hédoniste) attribué à cette caractéristique. Ce qui signifie que lorsque la qualité de l'environnement varie systématiquement dans l'espace et lorsque les individus préfèrent une meilleure qualité d'actif naturel, on est en droit de penser que le prix de certains biens immobiliers sera, toutes autres choses restant égales, affecté par le niveau de la qualité de l'environnement.

La méthode des prix hédonistes a été testée dans plusieurs domaines notamment pour évaluer le différentiel de prix des habitations et qualité de l'air (BROOKSHIRE & *alii*, 1981), le différentiel des salaires et qualité de l'environnement (ROSEN, 1979), le différentiel de prix des habitations et valorisation du risque (KASK & MAANI, 1992 et BROOKSHIRE & *alii*, 1985).

Dans le premier cas, les auteurs ont procédé d'abord par une approche "naïve" en supposant que le différentiel de prix est expliqué par une meilleure qualité de l'air. Ils concluent - d'après leurs résultats - que le passage d'une mauvaise qualité à une qualité moyenne de l'air induit une augmentation du prix des habitations de 25% environ, et le passage d'une qualité moyenne à une bonne qualité de l'air induit une augmentation de 28% . A partir de ces données, ils estiment que chaque ménage était prêt à payer 5,80\$⁴⁶ par jour pour bénéficier d'une réduction de la pollution de l'air de 25 à 30% environ. L'approche économétrique a permis aux auteurs de conclure que chaque ménage était prêt à payer en moyenne 1,44\$ par jour pour bénéficier d'une meilleure qualité de l'air. En somme, toutes choses étant égales par ailleurs, BROOKSHIRE et les autres

⁴⁶ Sous l'hypothèse que 1\$ valait 300 FCFA en 1981, le montant de ce CAP équivalait à 1.740 FCFA, soit 3.480 FCFA par jour aujourd'hui. Ce qui paraît excessif pour un pays comme le Burkina Faso. Pourtant, l'approche économétrique estime ce montant à environ 864 FCFA seulement par jour.

estiment que chaque ménage de Los Angeles serait prêt à consentir au minimum environ 26.000 FCFA par mois pour l'amélioration de la qualité de l'air qu'il respire; soit un peu plus de 300.000 FCFA par an.

Dans tous les cas, même si la qualité de l'environnement était beaucoup plus l'une des préoccupations des populations du Nord, il n'est pas impossible de croire que dans un pays comme le Burkina Faso certains ménages pourraient envisager un tel CAP. Toutefois, ce montant reste très exorbitant pour les populations riveraines de la zone industrielle de Kossodo, et en particulier pour la plupart des ménages membres de l'échantillon retenu pour notre présente étude.

ROSEN, quant à lui, a supposé que si les loyers ou les prix des immeubles varient selon la qualité du site, on peut présumer que les salaires en termes réels varient également en fonction de cette variable, et ce sous un certain nombre d'hypothèses. Il aboutit aux résultats selon lesquels l'estimation du CAP pour une réduction d'une unité de particules en suspension est de 9,80\$ par individu et par an en moyenne tandis que la compensation associée à un risque "statistique" moyen est évaluée à 12.680\$ par an. DESAIGUES et POINT (1993) soutiennent que cette méthode peut être utilisée pour tenter d'évaluer le différentiel de salaire et le différentiel du risque associé au travail, à la condition que les individus soient informés du risque qu'ils encourent, et qu'il ne biaisent pas l'estimation de ce risque.

Malheureusement, dans un cas comme dans l'autre, cette technique ne peut s'appliquer dans notre contexte puisque d'une part les hypothèses qui sous-tendent le raisonnement de ROSEN ne se vérifient pas toutes ici et, d'autre part, les

travailleurs dont il est ici question ne sont pas suffisamment informés de tous les risques liés à leur emploi comme le préconisent DESAIGUES et POINT. En outre, ce n'est pas évident que les syndicats qui sont censés défendre leurs intérêts soient dotés de prérogatives à même d'obtenir l'intégration de la compensation de ces risques dans les salaires.

Concernant le différentiel de prix des habitations et valorisation du risque, aussi bien l'étude de KASK & MAANI que celle de BROOKSHIRE & *alii* ont fait ressortir l'importance du rôle joué par l'information, dans la perception du risque car le niveau d'information et la surestimation des faibles probabilités peuvent introduire des biais dans les valeurs obtenues.

Outre les difficultés pratiques qui entravent l'adaptation des prix hédonistes comme méthode d'évaluation d'actif naturel soumis aux effets externes des unités industrielles de Kossodo, il convient de relever quelques limites théoriques de cette méthode. Il s'agit notamment de la sélection et du traitement des variables, de l'erreur de mesure, du choix de la forme fonctionnelle et de la distribution de l'erreur⁴⁷. Une autre remarque très importante, soulevée par BROOKSHIRE et *alii*, est que la méthode des prix hédonistes donne une mesure ordinaire du surplus d'où la nécessité de comparer ses résultats avec ceux obtenus par la méthode dite d'évaluation contingente qui donne plutôt une mesure compensée du surplus.

Les méthodes de coûts de déplacement, des dépenses de protection et des prix hédonistes sont basées toutes les trois sur les observations de comportement. Ce qui signifie que le consentement à payer des individus pour l'amélioration de la

qualité de leur environnement est évalué indirectement sur la base des observations de leur comportement et non à partir des révélations directes des intéressés. Une telle méthode suppose l'existence au préalable des données sinon, elle exige une bonne maîtrise d'instruments d'appréciation. Or, dans de tels cas, il est incontestable que le problème de subjectivisme puisse surgir quand on sait la difficulté qu'il y a pour le chercheur de se démarquer le plus généralement de son sujet. Ainsi, malgré les multiples atouts dont recèlent ces méthodes d'évaluation indirecte du CAP (observations de comportement), force est de reconnaître qu'elles sont vulnérables aux biais de plusieurs ordres. C'est pourquoi, certains auteurs préfèrent à ces méthodes celle dite d'évaluation contingente considérée comme la méthode originale de reconstitution du surplus.

I.2.2.4- LA METHODE D'EVALUATION CONTINGENTE

La théorie de la valorisation des actifs naturels consiste à vouloir exprimer en termes monétaires le gain ou la perte de bien-être lié à une amélioration ou à une détérioration de la qualité du service rendu par un actif naturel. Le surplus du consommateur (et par ricochet, celui du producteur) a toujours été considéré comme le meilleur outil pour effectuer cette valorisation malgré les nombreuses critiques de ces dernières années.

Introduite pour la première fois par DUPUIT en 1884 et reprise par MARSHALL en 1920 sous l'hypothèse de la constance de l'utilité marginale du revenu lorsque la demande d'un bien varie en fonction de son prix, la notion de surplus conduit à faire la différence entre le consentement à payer maximal pour

⁴⁷ Toutes ces limites théoriques sont démontrées dans l'étude de P. GRAVES, J. MURDOCH, M. THAYER et D. WALDMAN citée par DESAIGUES et POINT Op. Cit.

acquérir un bien et le prix de ce bien (surplus du consommateur). Il va de soi que la dégradation de l'environnement peut entraîner une diminution du surplus du consommateur par augmentation du prix d'un bien⁴⁸.

Pour reprendre les termes de DESAIGUES et POINT (1993), les ressources naturelles tels que la faune et la flore sauvages, l'eau, l'air, l'écosystème, etc. sont en général offertes hors marché car il n'existe pas d'indicateur visible permettant de mesurer le coût de renonciation ou d'utilisation d'une unité de ces ressources. Cette situation conduit les acteurs économiques, le plus souvent, à leur attribuer implicitement un prix nul pendant la prise de décision.

Puisque le marché ne permet pas une évaluation spontanée des valeurs environnementales, certains auteurs estiment qu'on peut chercher à identifier des comportements économiques qui reflètent une situation de marché de substitution pour la détermination de la valeur économique de l'environnement⁴⁹. D'autres pensent qu'il est possible de procéder d'abord à une mesure physique des dommages causées à l'environnement par la destruction de ces ressources naturelles puis, évaluer ces dommages physiques en terme monétaire⁵⁰. Un autre groupe propose une méthode qui fait référence non pas à des marchés existants mais qui procède plutôt à l'évaluation des coûts d'une diminution de l'offre d'un bien non marchand comme si un marché existait⁵¹. L'objectif recherché par ces méthodes étant d'arriver à estimer indirectement ou directement le montant d'une somme d'argent que les populations victimes de la destruction des ressources

⁴⁸ POINT & DESAIGUES, Op. Cit.

⁴⁹ Méthode basée sur les marchés implicites.

⁵⁰ Méthode basée sur l'évaluation des dommages.

⁵¹ Méthode basée sur les marchés hypothétiques.

naturelles consentiraient à payer pour une certaine amélioration de la qualité de l'environnement ou ce qu'elles accepteraient en compensation de cette destruction.

Trois éléments permettent de déterminer la valeur économique de l'environnement:

- les changements de la productivité qui sont dus à la modification de la qualité de l'environnement affectant la quantité ou la qualité de certains biens commercialisables;
- le coût de remplacement qui repose sur le principe que la réparation des dommages subis par l'environnement ou le remplacement d'un bien endommagé par le changement dans la qualité de l'environnement nécessitant les coûts que les parties lésées doivent assumer;
- le coût de la maladie ou le capital humain qui exprime la relation directe entre l'état de santé d'un individu et sa productivité due à certains changements dans la qualité de l'environnement telles que la pollution atmosphérique ou la consommation d'eau polluée.

Selon DESAIGUES et POINT (1993)⁵², le consentement à payer dépend de plusieurs facteurs d'ordre économique (revenu, type d'hébergement, activités comme la pêche par exemple, etc.), culturel (éducation, sports, visites, etc.), social (situation familiale, enfants, etc.) et autres (âge, sexe, etc.). Le modèle du consentement à payer que nous avons construit pour valoriser les actifs naturels détruits par les unités industrielles de Kossodo (qui sera brièvement exposé dans la

⁵² Pour estimer le consentement à payer par la méthode d'évaluation contingente, ces auteurs se sont servi de deux exemples. Le premier concerne l'évaluation des bénéfices associés à une gestion alternative d'un barrage réservoir de la Seine (France) et le second sur les activités de loisir et qualité de l'eau dans la Chesapeake Bay (Etats-Unis).

présentation des variables) s'est largement inspiré de celui qu'a proposé ces deux auteurs.

Le recours à la méthode d'évaluation contingente peut s'expliquer soit par une absence d'observations de comportement, soit pour pallier les insuffisances des trois méthodes ci-dessus. Il s'agit d'estimer directement le CAP des individus en interrogeant un échantillon de personnes convenablement choisies sur ce qu'elles seraient prêtes à payer pour bénéficier d'une amélioration de la qualité d'un actif naturel. La méthode permet donc de générer une estimation des mesures compensées de variation du bien-être mais également de mesurer les bénéfices d'usage et de non-usage d'actifs naturels.

C'est une méthode apparemment simple mais fiable si l'utilisateur respecte ses procédures. En reprenant les termes de DESAIGUES et POINT, pour amener les individus à révéler leurs préférences pour l'environnement, il suffit de leur poser la question suivante: *combien êtes-vous prêt à payer pour bénéficier d'une amélioration de la qualité de l'air?* Cette question apparemment simple dans sa forme permet de mesurer la réaction des individus par rapport à une quelconque altération de la qualité de l'air respiré. Mais elle vaut la même pour les autres actifs naturels tels l'eau, les sols, etc.

La méthode d'évaluation contingente a été utilisée et continue d'être utilisée dans plusieurs domaines pour la valorisation d'actifs naturels. Il s'agit d'actifs à usage récréatif, du risque lié à la gestion des déchets, de la qualité de l'air, de la visibilité, de la fiabilité d'approvisionnement en eau, du bénéfice d'une adduction

en eau potable, etc.⁵³ Si les succès obtenus par la méthode d'évaluation contingente sont nombreux, il n'est pas exclu que la méthode est sujette à quelques biais notamment ceux qui sont liés à l'échantillon, au système du questionnaire et au comportement même des individus. Dans tous les cas, c'est cette dernière que nous avons retenue pour la présente étude pour des raisons évoquées ci-dessus.

Après cette revue de littérature, nous allons présenter la méthodologie suivie pour mener la présente étude.

⁵³ Pour plus de détails, lire DESAIGUES et POINT Op. Cit., PP 109-149.

I.3- METHODES DE COLLECTE DES DONNEES

La méthode de collecte des données nécessaires à notre étude allie la méthode expérimentale à d'autres méthodes habituellement utilisées dans les recherches en sciences sociales. En effet, outre les constats physiques et les observations apparentes concernant les impacts des déchets sur l'environnement et sur l'homme, l'appréciation et la mesure de ces impacts ne peuvent se faire qu'à la suite d'une analyse scientifique dans un laboratoire; d'où le recours à la méthode expérimentale. Toutefois, pour l'application des instruments économiques de traitement des problèmes de pollution, un sondage, une entrevue, et mieux une enquête menée auprès d'une population cible permet d'obtenir les données nécessaires à la réalisation d'une telle étude. En somme, la collecte des informations s'est faite en trois phases qui se sont déroulées simultanément ou l'une après l'autre.

Les données secondaires sont obtenues par une recherche documentaire sur la littérature relative au sujet et les entrevues avec les personnes ressources issues des services compétents d'une part et par un stage dans les différents services de chacune des trois unités industrielles d'autre part. Les sources de ces informations données dans la section qui suit ne sont qu'à titre indicatif car il serait assez exagéré de vouloir présenter une liste exhaustive des différentes origines des données.

Les données primaires sont collectées à l'aide d'une enquête auprès d'un échantillon de populations susceptibles d'être touchées par les impacts des déchets industriels de Kossodo. Certaines données proviennent également des

modifications ou des conversions des données existantes en vue de les adapter à notre contexte.

L'analyse physico-chimique et microbiologique des eaux usées de chacune des usines et d'un échantillon prélevé dans le collecteur public (faite dans un laboratoire de génie sanitaire) nous a renseigné du bilan de pollution de chaque unité, et par extension, de l'ensemble de la pollution de la zone. Les bilans de pollution recensés ici, à défaut de renfermer tous les paramètres contenus dans les effluents, prennent en compte l'essentiel d'indicateurs nécessaires à l'appréciation du degré de pollution. En outre, par manque de normes de déversement propres au Burkina Faso, la comparaison de ces bilans est faite sur la base des normes de certains pays africains les plus avancés en matière de lutte contre la pollution.

I.3.1- LES DONNEES SECONDAIRES

Le problème des déchets industriels, et en particulier celui causé par les unités industrielles de Kossodo, a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche et continuent d'être pris au sérieux.

Ainsi, pour les fondements théoriques et quelques aspects empiriques concernant l'analyse socioéconométrique des déchets industriels, les bibliothèques du PTCI⁵⁴ et du CEDRES⁵⁵, au niveau de la FASEG, nous ont fourni une documentation assez consistante pour aborder la question de façon générale. Le Programmes GUCRE⁵⁶, dont un des volets est la gestion des usages conflictuels

⁵⁴ Programme de Troisième Cycle Interuniversitaire en Economie.

⁵⁵ Centre d'Etudes, de la Documentation et des Recherches en Sciences Economiques et sociales.

⁵⁶ Gestion Intégrée des Ressources.

des ressources en eau, et CEPAPE⁵⁷, dont les principales missions sont la formation et la recherche en matière de protection, d'aménagement et de promotion de l'environnement, ainsi que le volet Formation en GTVD⁵⁸ récemment créé au département de physique à la FAST, ne sont pas restés en marge. Les institutions de recherches universitaires ou spécialisées comme le CNRST⁵⁹ et l'INERA⁶⁰ ont été également les premières sources d'informations pour notre étude. Les différentes théories sur le traitement économique des déchets industriels ainsi que les quelques exemples d'application auxquels nous nous sommes référé ont été acquis grâce aux échanges avec certains centres de recherche sur l'environnement mais surtout à travers les séminaires et colloques sur la question environnementale.

Les aspects purement scientifiques concernant les données relatives au degré de pollution ainsi que les éventuelles conséquences des déchets industriels sur l'homme et son environnement ont été appréhendés à travers les multiples recherches faites par certains enseignants des départements de chimie et de physique de la FAST mais surtout les résultats de recherches effectuées par les étudiants et stagiaires de l'EIER⁶¹ notamment ceux de la section Génie Sanitaire. Les études pointues et spécifiquement orientées vers les déchets industriels sont l'œuvre du CREPA⁶² soit pour ses propres publications soit pour le compte des trois Projets Urbains pour les villes de Ouagadougou et Bobo-Dioulasso mais également au profit de la Commune de Ouagadougou.

⁵⁷ Centre d'Etude pour la Protection, l'Aménagement et la Promotion de l'Environnement.

⁵⁸ Gestion, Traitement et Valorisation des Déchets, un cycle de formation au Diplôme Universitaire de Technologie (DUT) auquel nous avons participé en tant que Professeur d'économie et gestion de l'environnement.

⁵⁹ Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique.

⁶⁰ Institut d'Etudes et Recherches Agronomiques.

⁶¹ Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs en Equipement Rural.

⁶² Centre de Recherche pour l'Approvisionnement en Eau Potable et l'Assainissement à faible coût.

Les différents ministères, à travers leurs directions et services techniques telles que la DGDI⁶³ et le CPI⁶⁴, la DGPE⁶⁵ et la DPPA⁶⁶, la DGUTF⁶⁷, le CNES⁶⁸, la Commune de Ouagadougou, pour ne citer que ceux-là, ou leurs projets spécifiquement orientés vers le domaine de l'environnement comme les trois (3) projets de développement urbain, le CNSF⁶⁹, le CONAGESE⁷⁰, etc., nous ont également servi de lieux de collecte des données secondaires.

Des sociétés d'Etat comme l'ONEA⁷¹ et la SONABEL⁷² ou des cabinets d'expertise en matière de gestion des ressources naturelles tels que la SOCREGE⁷³ et le SAHEL CONSULT⁷⁴ nous ont fourni assez d'informations sur les méthodologies d'approche ou les résultats de leurs études antérieures.

Les statistiques relatives au secteur industriel du Burkina Faso, les relations intra-branches ou intersectorielles et la structure globale (en classe d'âge et en catégorie socioprofessionnelle) des populations à enquêter ont été recensées à l'INSD⁷⁵. En cas d'écart entre les données de différentes sources, celles de l'INSD

⁶³ Direction Générale du Développement Industriel.

⁶⁴ Centre de Promotion des Industries.

⁶⁵ Direction Générale de la Préservation de l'Environnement.

⁶⁶ Direction des Prévention des Pollutions et de l'Assainissement.

⁶⁷ Direction Générale de l'Urbanisme et des Travaux Fonciers.

⁶⁸ Centre National d'Education pour la Santé.

⁶⁹ Centre National des Semences Forestières.

⁷⁰ Conseil National de Gestion de l'Environnement.

⁷¹ Officie National de l'Eau et de l'Assainissement.

⁷² Société Nationale d'Electricité du Burkina.

⁷³ Société de Recherche et de Gestion de l'Environnement.

⁷⁴ Société d'Ingénieur Conseil.

⁷⁵ Institut National des Statistiques et de la Démographie.

sont le plus souvent retenues car nous estimons qu'elles sont plus officielles que les autres donc assez fiables.

Une revue des textes législatifs et réglementaires en vigueur ou en cours d'élaboration disponibles à l'Assemblée Nationale et dans les différents ministères, services ou centres de recherche ont permis de juger du degré d'implication des pouvoirs publics dans la question des déchets industriels.

De façon générale, bien que la littérature existante ne porte pas directement sur le sujet que nous avons voulu traiter, il faut dire que beaucoup d'informations nous ont servi pour aborder avec satisfaction nos travaux quitte à créer nos propres données à travers les enquêtes et entretiens avec les groupes cibles.

I.3.2- LES DONNEES PRIMAIRES

Les données primaires sont collectées à l'aide d'une enquête auprès des ménages propriétaires ou locataires de 200 résidences retenues dans quatre secteurs (13, 25, 26, 27) riverains à la zone industrielle et dans deux villages à proximité du milieu récepteur dont l'un est en amont (Loubila), l'autre en aval (Gampéla) de Kossodo. Les quatre secteurs ainsi que les deux villages sont retenus sur la base d'un choix raisonné car le milieu récepteur des effluents et émissions de la zone industrielle de Kossodo étant très vaste, il serait judicieux de le circonscrire à une dimension facilement saisissable afin de mieux conduire la recherche puis étendre les résultats à l'ensemble du champ concerné.

Les données primaires sont de deux ordres: il y a celles qui sont obtenues par les analyses physico-chimiques et microbiologiques au laboratoire génie sanitaire de l'EIER et celles que nous avons collectées auprès des populations à travers les enquêtes. L'horizon temporel retenu pour l'ensemble des informations couvre une période de 15 mois (de juin 1998 à août 1999). Les variables recherchées ainsi que leurs indicateurs sont résumés dans la section qui suit.

Ces données ont permis d'adapter les instruments économiques de politique environnementale et les méthodes d'évaluation d'actifs naturels retenus à partir de la revue de littérature. Pour ce faire, des entretiens avec les responsables de la Commune de Nôngr'-Maâsom (qui couvre tous ces 4 secteurs) et les chefs des deux villages ont permis de cibler les ménages (et donc les résidences) et d'élaborer un guide d'entretien convenable aux objectifs recherchés par l'étude. L'échantillon été stratifié selon l'idée de base qui a conduit à la sélection du champ de l'étude.

Les quatre secteurs, et les deux villages sont classés en sous-zones d'enquête respectivement dénommées A, B, C, D, E, F. Compte tenu de la densité des populations de chaque secteur, de l'acuité des pollutions et nuisances ressenties par chaque secteur et village, nous avons stratifié les 200 résidences (dont chacune représente un ménage) de la manière suivante:

- le secteur 13 (sous-zone A) sis au quartier Zone du Bois, à proximité de la forêt classée où coulent les eaux usées de Kossodo, est considéré comme sous-zone de standing moyen; on y retient 30 résidences pour les besoins de l'étude;

- le secteur 25 (sous-zone B) sis au quartier Somgandé et situé entre Kossodo et le barrage N°3, est aussi considéré comme sous-zone de standing moyen; donc on y retient 30 résidences;
- dans le secteur 26 (sous-zone C) sis à la zone industrielle de Kossodo, immédiatement concerné par les déchets industriels, 60 résidences sont retenues et c'est une sous-zone de haut standing ;
- le secteur 27 (sous-zone D) sis au quartier Wayalghin, à proximité du marigot qui draine les eaux usées de Kossodo vers le *Massili*, fait l'objet de 30 résidences pour les besoins de l'étude et est considéré comme sous-zone de standing moyen;
- les 2 villages étant très éloignés de la zone industrielle par rapport aux quatre secteurs, sont considérés comme sous- zones de bas standing et fournissent chacun 25 résidences.

Les données collectées, quelle que soit la source, sont traitées ou analysées suivant leurs intérêts. Ainsi, certaines déclarations des personnes enquêtées permettent d'apprécier, en fonction de leur niveau d'appréhension, le problème des déchets industriels de la zone de Kossodo vu par les populations riveraines. La mise en évidence des pollutions de chacune des unités retenues est faite à l'aide d'un récapitulatif de tous les déchets solides (observés et comptabilisés), liquides (observés et déterminés par la concentration des paramètres de pollution obtenue à partir des résultats d'analyse physico-chimique), gazeux (observés et estimés). Ce bilan de pollution est comparé aux normes de tolérance autorisées par l'OMS d'une part, et d'autre part, à celles d'un certain nombre de pays pris en référence à défaut des normes nationales.

Une fois les déchets recensés, nous avons étudié leurs modes de gestion par chaque entreprise afin d'évaluer les économies supplémentaires qu'ils génèrent ou pourraient générer en cas de recyclage puis, les coûts engendrés par leur traitement. Quant aux avantages sociaux créés par ces industries (d'une manière générale et spécifiquement générés par leurs déchets) soit au bénéfice de la collectivité nationale, soit directement à l'endroit des populations riveraines, ils sont déterminés sur la base des enquêtes auprès des riverains. Ces avantages vont de l'amélioration de la balance des paiements à la réduction du chômage en passant par le renforcement des relations intra-branches industrielles et intersectorielles, l'accroissement des comptes nationaux en termes de recettes fiscales, douanières et sociales, le développement du système bancaire, la création de l'auto-emploi induit aux riverains par les activités socio-économiques informelles, etc. Les coûts externes infligés à la communauté, eux, sont exprimés à partir de l'acuité des pollutions des usines qui se traduit par les impacts socio-sanitaires (santé publique et sécurité publique), socio-économiques (détérioration de la qualité et la quantité de certains produits agricoles, pastoraux, avicoles, piscicoles, etc.), et environnementaux (détérioration de la qualité de l'air, des sols, des eaux de surface et souterraines).

L'application des taxes et redevances de pollution comme instrument de politique environnementale revêt un double intérêt. D'abord, la facilité d'adaptation de cet instrument permet de tester plus rapidement l'exemple de taxation utilisée par l'Agence française de l'eau. Ensuite, sa simplicité se prête facilement à la compréhension des industriels qui doivent vérifier théoriquement s'il leur est avantageux ou non de dépolluer pour éviter cet impôt supplémentaire engendré par les effets externes de leurs activités.

Quant au consentement à payer des populations riveraines, il faut dire que, malgré le niveau d'appréhension de ce concept par les concernés qui est relativement très bas, il a permis de vérifier combien la population est sensible au problème de la détérioration de l'environnement par les unités industrielles de Kossodo.

I.3.3- LE QUESTIONNAIRE D'ENQUETE ET LA JUSTIFICATION DES VARIABLES

Le but de l'enquête étant de collecter des données nécessaires à l'application d'instruments économiques de politique environnementale et surtout pour évaluation du consentement à payer des populations riveraines de la zone industrielle de Kossodo, l'accent a été particulièrement mis sur les questions pouvant donner les informations sur les variables entrant dans les arguments du CAP.

C'est ainsi, qu'outre les questions d'ordre général pour recueillir les impressions de l'enquêté sur le problème de la pollution par les unités industrielles de Kossodo et les solutions que chaque enquêté préconise ou propose à qui de droit, l'essentiel du questionnaire porte sur les variables explicatives du CAP dont les justifications sont données ci-dessous.

Nous savons qu'en économie, la notion de dommage ou d'avantage repose sur l'expression des préférences des individus qui cherchent à éviter une perte (dommage) ou à obtenir un gain (avantage). Ces préférences se manifestent sur le marché et s'expriment sous la forme du consentement à payer (CAP).

Le CAP qui est une mesure du surplus du consommateur est fonction de plusieurs variables telles que:

- les coûts engendrés par la détérioration de l'environnement (dépenses de santé, perte de productivité);
- la baisse des activités socio-économiques (pêche, agriculture, maraîchage, élevage, autres activités domestiques);
- les autres variables (revenu, niveau d'instruction, âge, sexe, logement, distance de la zone polluée avec le domicile).

En établissant des relations fonctionnelles entre ces différentes variables et le consentement à payer, on peut arriver à expliquer ce qui motive le plus les populations riveraines à révéler leur consentement à payer pour une amélioration de la qualité de l'environnement dans la zone industrielle de Kossodo.

De manière plus formelle, nous empruntons le modèle originel, développé par BARDE et POINT, avec quelques modifications en fonction de nos réalités sur le terrain, pour estimer le consentement à payer.

On a:

$$\text{CAP} = f(\text{san, poi, jard, dém, staloge, rev, prof, âge, sexe, stamat, inst, lieutrav, dist}).$$

Le modèle économétrique donne l'équation suivante:

$$\text{CAP} = \beta_0 + \beta_1 \text{san} + \beta_2 \text{poi} + \beta_3 \text{jard} + \beta_4 \text{dém} + \beta_5 \text{staloge} + \beta_6 \text{rev} + \\ \beta_7 \text{prof} + \beta_8 \text{âge} + \beta_9 \text{sexe} + \beta_{10} \text{stamat} + \beta_{11} \text{inst} + \beta_{12} \text{lieutrav} + \\ \beta_{13} \text{dist} + \varepsilon$$

Où:

CAP= Consentement A Payer. C'est la variable endogène (quantitative) et CAP désigne le montant de la somme que chaque individu (enquêté) consent à payer pour bénéficier d'une amélioration de la qualité de l'environnement pollué par les usines de Kossodo. Pour saisir cette variable, il nous a suffi de poser la question suivante: *Combien êtes-vous prêt à payer pour bénéficier d'une amélioration de la qualité de l'air que vous respirez ou de l'eau que vous buvez ou utilisez dans vos activités quotidiennes?*

san= dépenses de santé. Nous avons souligné un peu plus loin que la pollution de l'environnement a des effets néfastes sur la santé des populations riveraines. Cette dégradation de la santé engendre des dépenses de soins médicaux dont l'estimation peut guider l'individu à révéler son consentement à payer. C'est une variable quantitative qui concerne l'ensemble de l'échantillon et dont le montant annuel par individu interrogé est évalué sur la base des dépenses mensuelles ou hebdomadaires relatives aux soins médicaux. C'est le montant annuel qui sera définitivement pris en compte dans nos analyses. La question est la suivante: *Pensez-vous que votre état de santé, ou celui d'un membre de votre famille, se dégrade ces derniers temps? Si oui, à combien estimez-vous vos dépenses de soins médicaux par semaine ou par mois au cours de ces deux dernières années?*

poi= coûts liés à la diminution de la quantité de poissons dans le Massili.

La pollution des eaux peut faire régresser la quantité de poissons dans le versant du Barrage N°3 mais surtout, du fleuve *le Massili* où se pratique une activité de pêche occasionnelle. Cette perte de poissons qui entraîne des coûts monétaires aux populations de Gampéla peut justifier leur consentement à payer. C'est également une variable quantitative dont le montant annuel est estimé par chaque individu interrogé. Elle concerne uniquement le village de Gampéla où nous avons posé la question suivante: *A combien estimez-vous la perte d'argent liée à la diminution des poissons dans le Massili?*

jard= Coûts liés à la baisse de l'activité de jardinage. La justification ci-dessus s'applique aussi aux maraîchers qui utilisent les eaux contaminées par les effluents industriels de Kossodo. La quantification de cette perte concerne uniquement les jardiniers aux abords de la zone industrielle et non les deux villages où le maraîchage n'est pas pratiqué. On demande: *A combien estimez-vous la perte d'argent liée à la diminution de vos activités due à la pollution de votre cours d'eau?*

dém = déménagement involontaire des populations dû à la difficulté de loger aux environs de la zone industrielle. En effet, la pollution atmosphérique (odeurs) de la zone industrielle pousse certains habitants à vouloir déménager contre leur gré pour s'installer dans d'autres quartiers avec comme corollaire des coûts supplémentaires de logement. Ces dépenses inopportunes peuvent justifier le consentement à payer. Cette variable (quantitative) concerne uniquement les habitants du secteur 26 sis à la zone industrielle de Kossodo à qui nous avons demandé: *Avez-vous envie de quitter votre domicile actuel à cause des odeurs et autres effets polluants de la zone industrielle de Kossodo? Si oui, pensez-vous que*

ce déménagement involontaire aura des incidences financières sur vos dépenses habituelles? A combien estimez-vous ces dépenses inopportunes?

staloge = statut de logement. Nous venons de supposer que les désagréments causés par les unités industrielles de Kossodo peuvent amener les populations à vouloir choisir un autre endroit de logement. Aussi, est-il important de préciser que pour prendre une telle décision, c'est le statut de logement qui détermine la passivité ou l'activisme de l'individu. La notion de « victime résignée » est un facteur de détermination du CAP. C'est une variable qualitative et concerne l'ensemble de l'échantillon. Elle prend la valeur 1 pour les propriétaires de leur maison, 2 pour les locataires et 3 pour les hébergés. Pour les modalités de la régression, cette variable est éclatée en 3 variables dont 2 sont rentrées dans le modèle sous forme de variables binaires. Pour appréhender cette variable, il suffit de demander aux gens: *Etes-vous, 1°) propriétaire de la cour que vous habitez? 2°) locataire? 3°) hébergé?*

rev = niveau de revenu. Le revenu influence beaucoup la disposition des gens à lutter contre la pollution. Dans ce sens, il est permis de penser que les riches sont les plus disposés à payer assez d'argent que les pauvres dans l'amélioration de la qualité de l'environnement. La vérification de cette hypothèse se fera en comparant le revenu annuel de tous les ménages pris dans notre échantillon. Pour évaluer le revenu de chaque enquêté, il nous a fallu de poser les questions sur toutes leurs dépenses avant de les convertir en recettes. Ainsi, nous avons procédé de la manière suivante: *A combien estimez-vous vos dépenses mensuelles de 1°) nourriture? 2°) santé? 3°) transport? 4°) loisirs? 5°) éducation des enfants? 6°) logement ? 7°) autres?*

prof = profession. De même que le revenu, la profession joue un rôle capital dans l'évaluation du consentement à payer car les gens d'une certaine catégorie socioprofessionnelle ont généralement le même comportement par rapport aux problèmes liés à la détérioration de l'environnement. C'est une variable qualitative qui concerne l'ensemble de l'échantillon. Elle prend la valeur 1 pour les salariés de la fonction publique, 2 pour ceux des entreprises privées, 3 pour les employés des ONG et OI, 4 pour les commerçants et artisans, 5 pour les agriculteurs, éleveurs et pêcheurs, et enfin 6 pour les autres professions. Egalement, pour les modalités de la régression, cette variable est éclatée en 6 variables dont 5 sont rentrées dans le modèle sous forme de variables binaires. La question est simple: *Quelle activité exercez-vous de façon 1°) permanente? 2°) accessoire?*

âge = âge de l'enquêté. Le plus souvent, les jeunes s'intéressent beaucoup à d'autres dépenses qu'à celles relatives à la protection de l'environnement. Ceci s'explique par leur forte propension pour les dépenses de loisirs. C'est une variable quantitative saisie par l'âge réel donné par l'enquêté. La question est directe: *Quel âge avez-vous?*

sexe = sexe de l'enquêté. Il y a une aversion des femmes pour les dépenses n'entrant pas directement dans la gestion courante du foyer. C'est une variable qualitative qui prend la valeur 0 pour les femmes et 1 pour les hommes. Ici, on a plus besoin de poser la question au risque de frustrer l'enquêté sinon jeter un discrédit sur la recherche à moins que l'enquêteur soit aveugle.

stamat = statut matrimonial de l'enquêté. En supposant que les mariés sont beaucoup plus intéressés par l'assainissement de leur cadre de vie par rapport

aux célibataires qui sont susceptibles de changer à tout moment leur lieu de résidence, on peut penser que le statut matrimonial joue un rôle aussi important dans le consentement à payer. C'est une variable qualitative qui prend la valeur 0 pour les non mariés et 1 pour les mariés. Elle porte sur l'ensemble de l'échantillon. La question est également très simple: *Etes-vous 1°) marié? 2°) célibataire? 3°) divorcé? 4°) veuf? 5°) autre?*

inst = niveau d'instruction. Les intellectuels sont plus sensibles au problème de la dégradation de l'environnement que les analphabètes. En outre, même parmi les instruits, ceux qui ont un niveau plus élevé que les autres appréhendent mieux la question et donc consentent à payer plus pour l'amélioration de la qualité de l'environnement. C'est également une variable qualitative qui prend la valeur 0 pour les analphabètes et ceux qui ont suivi une formation de niveau primaire et 1 pour les instruits de niveau secondaire et plus. Il faut donc demander: *quel est votre 1°) dernier niveau d'instruction? 2°) dernier diplôme? 3°) dernière formation professionnelle?*

lieutrav = lieu de travail. Nous pensons que tous ceux qui travaillent dans la zone industrielle de Kossodo sont les plus exposés aux effets polluants des usines et donc ils doivent consentir à payer plus que les autres pour l'amélioration de la qualité de l'environnement. C'est une variable qualitative qui prend la valeur 0 pour ceux dont le lieu de travail est hors de Kossodo et 1 pour ceux qui travaillent dans cette zone industrielle. Elle concerne l'ensemble de l'échantillon. Nous avons demandé: *travaillez-vous habituellement à Kossodo? 1°) oui 2°) non.*

dist = distance qui sépare le domicile de l'enquêté de la zone industrielle de Kossodo. Il est d'autant plus normal que plus l'on est proche de la zone de rejet, plus on souffre des externalités négatives et par conséquent, plus devrait être le consentement à payer pour une diminution des polluants. C'est une variable quantitative. Nous demandons: *La zone industrielle de Kossodo est-elle située à combien de kilomètre de 1°) votre lieu de travail? 2°) votre domicile?*

β_i ($i = 0, 13$) = **les paramètres** : ils décrivent le degré de liaison entre la variable endogène et les variables exogènes.

Toutes les données sont traitées grâce à l'outil informatique. Ainsi, l'enregistrement des données est fait à l'aide du logiciel EXCEL tandis que les régressions sont faites avec le logiciel EVIEWS.

Etant donné que l'estimation du consentement à payer est sujette à des biais de diverses natures (biais stratégique, initial, informationnel, instrumental, hypothétique, opérationnel), il faut un traitement spécial des valeurs extrêmes (les surestimations, les sous-estimations et les zéros). Par ailleurs, compte tenu de la nature duale des variables explicatives (quantitatives et qualitatives), le traitement économétrique des données est à la fois fait par le modèle linéaire simple (moindres carrés ordinaires) et par le modèle logit.

Pour faciliter les processus de régressions économétriques, nous avons utilisé des indicateurs pour remplacer les variables, respectivement pour la régression simple (MCO) et pour le modèle logit.

Mais avant cela, une analyse statistique basée sur la description des caractéristiques socioéconomiques de l'échantillon et les tests d'indépendance entre les variables s'avère nécessaire pour la sélection des variables déterminantes du CAP.

Les problèmes socio-économiques des déchets industriels au Burkina Faso et, particulièrement ceux causés par les usines de la zone industrielle de Kossodo étant posés, les instruments et méthodes économiques de politique environnementale qui s'adaptent à notre contexte étant retenus parmi les nombreux outils exposés dans la revue de littérature de même que la méthodologie à suivre pour une bonne conduite de l'étude, il faudra présenter le cadre de l'étude pour justifier le bien fondé du sujet. C'est l'objet du deuxième chapitre relatif au cadre descriptif de l'étude.

Chapitre 2

DESCRIPTION DU CADRE DE L'ETUDE

II.1- PRESENTATION DU CHAMP DE L'ETUDE

II.1.1- L'ENVIRONNEMENT GLOBAL DU MILIEU RECEPTEUR

Le champ retenu pour la présente étude est, rappelons-le, la zone industrielle de Kossodo. C'est une aire, sise à la Commune de Nôngr'-Maâsom, délimitée au Sud par le secteur 25 (Somgandé), à l'Est par le secteur 26 (Kossodo), au Nord par le village de Nionko II et à l'Ouest par le village de Polesgo. Son choix s'explique par le double intérêt qu'elle revêt. D'abord, parce qu'elle demeure tacitement la seule zone qui accueille les nouvelles industries implantées ou à implanter dans la ville de Ouagadougou depuis que celle de Gounghin tend à être abandonnée. Ensuite, sa situation géographique l'expose à plus de risques environnementaux que celle de Gounghin (Cf. Problématique).

Cependant, il faut préciser que si la zone industrielle de Kossodo s'entend au sens strict par l'espace délimité par l'autorité publique et affecté aux promoteurs pour l'implantation et l'exploitation des unités industrielles, l'impact des rejets des unités de cette zone vont au-delà de cet espace géographiquement très restreint. C'est pourquoi, nous estimons que le champ couvert par la présente étude devait comprendre une aire délimitée d'au moins trois (3) kilomètres en amont et d'environ vingt (20) kilomètres en aval de Kossodo.

En effet, la ville de Ouagadougou, à l'image de tout le pays, est un plateau incliné du nord vers le sud. Ce qui suppose que toutes ses eaux, de diverses sources, coulent du plus haut sommet au plus bas. En outre, la ville reçoit habituellement les deux principaux vents (l'Harmattan et la Mousson) qui soufflent

respectivement en saison sèche du nord au sud et pendant la saison pluvieuse du sud vers le nord.

Ainsi, si la zone industrielle de Gounghin respecte ces deux phénomènes géophysiques pour éviter les pollutions atmosphériques, des eaux de surface et des eaux souterraines, il n'en est pas de même pour celle de Kossodo. Bien qu'elle soit située légèrement en aval de Ouagadougou, toutes les eaux usées de cette zone traversent une bonne partie de la ville pour rejoindre le bassin du *Massili* dans le village de Gampéla à quelques 18 km tandis qu'une certaine quantité se dirige vers le village de Loumbila, à 17 km, menaçant le barrage de cette localité.

En somme, c'est pratiquement le quart de la ville de Ouagadougou plus quelques villages environnants qui subissent les effets externes causés par les déchets de la zone industrielle de Kossodo. Mais pour plus de simplification, nous considérons, qu'en tenant compte des données pédologiques, hydrologiques, hydrographiques et météorologiques, ce sont les quartiers situés dans les secteurs 13, 23, 24, 25, 26, 27 et 28 de Ouagadougou et les villages compris entre Polesgo, Nionko I&II, Loumbila et Gampéla qui sont les plus touchés par les pollutions et nuisances des usines de Kossodo. C'est ainsi, qu'à défaut de mener une étude exhaustive sur toute cette zone, nous avons retenu, par un choix raisonné, 4 secteurs et 2 villages pour le besoin de cette recherche étant entendu que les résultats peuvent expliquer la situation globale.

Une brève présentation de ces 2 villages et de ces 4 secteurs permet de mieux apprécier la suite de l'étude.

Distants d'environ 20 km, les deux villages (Gampéla et Loumbila) renferment plusieurs caractéristiques communes aussi bien dans leurs aspects physiques, socio-économiques que socioculturels. Une présentation conjointe permet d'éviter les répétitions.

En effet, le village de Gampéla, composé de 3 grands quartiers (Gampéla-centre, Goden-centre et God Bila) appartient au département de Saaba, dans la province du Kadiogo. Il est situé à 18 km à l'Est de Ouagadougou, le long de la route nationale n°4 communément appelée Route de Fada (12°30' Nord et 1°15' Ouest à une altitude de 350 m)⁷⁶. Le village de Loumbila, quant à lui, est érigé en département relevant de la province de l'Oubritenga et placé sous l'autorité d'un Préfet. Il est situé à 17 km au Nord de Ouagadougou, le long de la route nationale n°3 communément appelée Route de Ziniaré ou de Kaya qui traverse d'ailleurs la zone industrielle de Kossodo.

Le climat de toute la zone est de type soudano-sahélien caractérisé par la présence d'une saison des pluies qui s'étend de juin à octobre et d'une saison sèche le reste de l'année. La pluviométrie annuelle moyenne est de 700 mm et la température moyenne de 28°C. Durant toute la saison hivernale, l'humidité relative reste élevée (94%) et passe à 17% pendant la saison sèche⁷⁷.

La région de Gampéla est bordée à l'Est par le cours d'eau, le *Massili*, dont deux de ses affluents traversent tout le village. Le *Massili* s'assèche dès le mois de novembre et ses eaux sont fortement polluées par les eaux usées en provenance de

⁷⁶ KABORE & ZOUGRANA, 1995.

⁷⁷ BU.NA.SOLS, 1990, in NGAYE, 2000.

Ouagadougou dont les effluents de la zone industrielle de Kossodo, limitant les activités de pêche. Le département de Loumbila comprend 30 villages dont les 6 forment le noyau puisque concentrés autour du centre administratif (Préfecture ou Chef lieu du département). Il s'agit des villages de Pousghin, Nabdogo, Bangrin, Zongo, Nomgana et de Loumbila (du nom du village dont tire l'appellation du département). Autrement dit, le terme de Loumbila utilisé dans notre contexte désigne l'ensemble de ces 6 villages susceptibles de subir les effets externes de la zone industrielle de Kossodo.

Le paysage est quasiment plat et uniforme avec un relief faiblement ondulé où l'on distingue les buttes, les glacis et les dépressions. L'ensemble pédologique va du lithosol sur cuirasse à épaisseur très faible ou nulle aux sols bruns eutropes ferruginisés, riches et relativement profonds. A part la forêt classée de Gonsé (non loin de Gampéla), le territoire est entièrement consacré aux cultures et aux habitations. Il reste encore beaucoup de grands arbres, comme le karité, le néré, repartis dans les champs tous les 30 à 100 m. La végétation est de type savane arbustive à dominance buissonnière, parsemée à certains endroits avec quelques espèces exotiques de petits vergers et un tapis herbacé assez important⁷⁸. Ce paysage est pratiquement le même dans la région de Loumbila avec une forte similitude au niveau de la végétation.

Le village de Gampéla dispose d'un certain nombre d'infrastructures: une école primaire de six classes, une petite retenue d'eau et un marché villageois. La station expérimentale de l'Université de Ouagadougou n'appartient pas au village mais, elle offre des opportunités d'emplois temporaires et permanents aux résidents

⁷⁸ NGAYE T., 2000.

du village. Créée il y a environ 20 ans, cette station a pour mission d'optimiser le type de culture en fonction du type de sol et s'occupe également de l'élevage domestique (poules, pintades, chèvres, etc.). Dans chacun des 6 village du département de Loumbila, il y a une école primaire de cycle complet, sauf à Zongo (six classes à Loumbila village, à Nomgana et à Pousghin mais trois classes en système rotatif à Bangrin et Nabdogo). Aux niveaux secondaire et professionnel, on trouve un collège public de cycle complet, un collège privé créé par l'église protestante pour les jeunes filles et l'Ecole Nationale des Enseignants du Primaire (ENEP). Toujours au titre des infrastructures, on note la présence du Barrage hydraulique, d'une ferme privée où on élève des ovins pour la production du fromage à base du lait de chèvres, d'un marché villageois dans chaque village, d'un dispensaire à Loumbila village et un autre à Donsin à quelques 12 km, de quelques ONG et services déconcentrés de l'Etat.

La population de Gampéla qui est d'environ 900 habitants (1996) est composée à 99% des Mossis, la plupart agriculteurs, et de 1% des peulhs, en général transhumants. L'organisation sociale et foncière de la région est régie par la chefferie traditionnelle. Le Chef suprême de Gampéla (Gampéla-Naaba de son nom propre Koanga-Naaba) représente le Mogho-Naaba, l'empereur du Royaume Mossé. Il n'a aucun pouvoir d'octroi ou de retrait sur les terres des différents lignages mais, il peut gérer les conflits fonciers à l'intérieur du village et avec les villages voisins. Les 30 villages de Loumbila ont une population totale d'environ 25.000 habitants (1998)⁷⁹ et composée de la même manière qu'à Gampéla. A côté du Préfet qui est le premier responsable administratif de la localité, la gestion

⁷⁹ En fait, le recensement administratif de mars 1998 donne une population totale de 24.649 habitants dont les 6 principaux villages comptent respectivement 2.728 pour Pousghin, 1.655 pour Nomgana, 1.400 pour Loumbila village,

coutumière relève d'un Chef traditionnel, le Loumbila-Naaba, doté des mêmes pouvoirs que le Gampéla-Naaba. Chaque village ayant son propre chef traditionnel mais qui exerce sous le pouvoir de Loumbila-Naaba.

Les principales cultures des populations de Gampéla dans les champs de glacis sont constituées du mil (pénicilaire, sorgho blanc et rouge) mais on y cultive également dans les champs de cases du niébé, du maïs et des arachides. Le riz est très peu cultivé et surtout dans les champs de bas-fond où les femmes pratiquent une certaine activité de maraîchage. Les rendements de ces différentes cultures sont fonction du type de sol et varient entre 4 à 6 charrettes par hectare soit environ 20 kg/ha de grains pour les sols sableux et latéritiques gravillonnaires tandis qu'ils peuvent atteindre 10 à 12 charrettes (440 kg/ha) pour les sols argileux ou argilo-limoneux. A quelques limites près, les données ci-dessus relevées à Gampéla traduisent les mêmes réalités de Loumbila.

La fertilisation et la réhabilitation des sols se font par des méthodes classiques qui vont de la mise en jachère des champs à l'utilisation des engrais chimiques ou organiques. Le fumier produit par les déchets des animaux est très efficace mais le faible développement de l'élevage ne rend pas service aux populations. Les déchets ménagers sont généralement utilisés dans les champs de cases ou pour le compost par quelques rares familles.

L'élevage à Gampéla comme celui de Loumbila est de type traditionnel. Il s'agit notamment d'un élevage extensif où le troupeau est composé essentiellement de bovins, ovins, caprins, porcins, asins et de la volaille. On note cependant que la

charge animale demeure très importante à Gampéla: 7 à 10 bovins au km², 10 à 20 petits ruminants au km²⁸⁰. Ce qui est relativement plus important par rapport à Loumbila.

Il faut signaler pour conclure que les localités de Loumbila et Gampéla renferment toutes caractéristiques physiques et économiques qu'on peut trouver dans l'ensemble des villages concernés par les effets externes de la zone industrielle de Kossodo. En outre, c'est dans ces deux villages que l'on rencontre des infrastructures importantes susceptibles d'être dégradées par la pollution des unités industrielles. C'est pourquoi, nous osons répéter que ce qui vaut pour ces deux villages vaut aussi pour l'ensemble de la zone rurale du champ de l'étude.

Les quatre secteurs (13, 25, 26 et 27) de Ouagadougou, quant à eux, sont tous limitrophes de la zone industrielle de Kossodo. A l'instar des deux villages, ils ont une forte similitude dans leurs caractéristiques.

Selon les chiffres de la Commune de Nôngr'-Maâsom,⁸¹ les 4 secteurs réunis donnent une population totale de 63.131⁸² habitants dont 32.302 hommes (51%) contre 30.829 femmes (49%). En dehors du secteur 13 où on rencontre quelques étrangers dans les villas de la Cité SOCOGIB et des étudiants de l'Université de Ouagadougou et autres établissements d'enseignement supérieur éparpillés dans le quartier Zogona, la quasi-totalité des habitants de ces 4 secteurs est constituée essentiellement des burkinabè. La composition de la population se répartie comme

villages (environ 33%).

⁸⁰ GROUZIS, 1983.

⁸¹ Recensement administratif de mars 1998.

suit: 94,5% de Mossis, 2,5% de Peulhs et 3% des autres ethnies y compris les étrangers.

La majorité de ces habitants est musulmane mais on y trouve également par ordre d'importance des catholiques, des protestants, des animistes et des adeptes d'autres confessions religieuses, en général des sectes. Curieusement, le secteur 13 qualifié de "zone des intellectuels" n'abrite qu'un seul temple (l'Eglise Evangélique et Baptiste du Bon Berger en face de l'Université) pour les protestants tandis que les chrétiens catholiques sont obligés de fréquenter des paroisses d'autres secteurs. L'animisme est toujours de mise comme en témoignent les traces de libation et autres sacrifices que l'on rencontre fréquemment à tous les carrefours chaque matin.

Contrairement aux 2 villages où l'organisation sociale et foncière est régie par la chefferie traditionnelle avec une relative influence des autorités administratives, le problème est autrement dans les 4 secteurs car dans les milieux urbains, le partage des pouvoirs est assez clair et net. Chaque secteur est placé sous la responsabilité d'un Délégué administratif qui collabore avec les chefs coutumiers mais reste le premier répondant de l'administration centrale, notamment les autorités communales. Ainsi, le Responsable administratif du secteur 25 travaille en collaboration avec les 2 chefs traditionnels (Somgand-Naaba et Toukin-Naaba) de même que celui du secteur 27 qui collabore avec les 2 chefs traditionnels (Wayalghin-Naaba et Thoghin-Naaba) tandis que le Responsable administratif du secteur 26 est lui-même le chef traditionnel (Baloum-Naaba). Le

⁸² Par ordre d'importance, c'est le secteur 27 qui vient en tête avec 27.833 habitants suivi du secteur 25 (19.029) devant le secteur 13 (12.902) et enfin le secteur 26 (3.367).

secteur 13 n'ayant pas de chef traditionnel, son Responsable administratif collabore avec les responsables religieux, notamment l'Imam du quartier.

La plupart de ces habitants s'adonnent au petit commerce (surtout les femmes et quelques jeunes) mais ils font également de l'agriculture, l'élevage (domestique le plus souvent mais aussi de rente pour les peulhs qui sont très nombreux dans les secteurs 25 et 26 à proximité de l'Abattoir Frigorifique de Ouagadougou). Beaucoup d'entre eux travaillent dans l'administration publique, dans les sociétés privées, dans les Organisations Non Gouvernementales et Organisations Internationales. Il y en a qui font les cultures maraîchères et qui pratiquent l'artisanat au sein des associations et groupements.

En ce qui concerne les infrastructures socio-économiques et socio-collectifs, il faut dire que les efforts sont louables quoi que restant encore en-deçà des besoins de la population.

Chacun des 4 secteurs est doté d'un marché à même de répondre à la demande minimale de la population sans compter les étalages anarchiques et les marchands ambulants qui sillonnent les quartiers. Le problème ne réside que dans le contrôle de la qualité de certains biens de consommation pour la sécurité des populations.

Chaque secteur a au moins 2 écoles primaires publiques de cycle complet auxquelles s'ajoutent un nombre important d'écoles privées. Cependant, on note une seule école secondaire publique (Lycée Technique de Ouagadougou) et près d'une dizaine d'établissements privés (Lycée Plateau et Collège Mme Bambara au

secteur 13, Lycées Descartes et Newton au secteur 27, Lycées Victor Hugo et Nour Allanour au secteur 25, aucun établissement secondaire au secteur 26). Bien heureusement, deux secteurs des quatre abritent les 2 universités de la ville (Université de Ouagadougou au secteur 13 et Université Libre au secteur 25). De façon générale, le taux de couverture éducative est relativement acceptable.

Au niveau de la couverture sanitaire également, la situation n'est pas très alarmante car chacun des 4 secteurs est doté d'au moins une structure de formation sanitaire. Au secteur 26, il y a le Centre médical de Kossodo avec une antenne chirurgicale et une maternité. Le secteur 27 est doté d'un Centre de soins primaires et social (CSPS) tandis que celui du secteur 25 est en instance de démarrage. Le secteur 13 qui abrite le siège de la Croix-Rouge Burkinabè se contente du dispensaire de cette institution. En outre, on compte 4 cliniques privées au secteur 25, 2 au secteur 13 tandis que les secteurs 26 et 27 en ont chacun une. A noter également la présence d'au moins une pharmacie ou d'un dépôt pharmaceutique par secteur.

Toujours au titre des infrastructures, on note le Barrage hydraulique n°3 dont le versant longe les secteurs 13 et 27 de même que la forêt classée appelée *Bangre Weogo* (Forêt du savoir) située entre les 4 secteurs (13, 25, 26 et 27) à l'intérieur de laquelle sont aménagés un parc récréatif pour les enfants (*Faso Parc*) et un parc animalier à but touristique. Ces valeurs patrimoniales sont fortement menacées par les effluents de la ville, notamment des centres médicaux, de la zone commerciale, des structures scolaires et hôtelières sans oublier les unités industrielles.

Dans les 4 secteurs, on rencontre également des services déconcentrés de l'Etat (administration du territoire et de la sécurité, santé, enseignement, environnement, élevage, agriculture et défense), des services étatiques et para-étatiques, des sociétés industrielles et commerciales ainsi que des ONG sans oublier les stations de services (essenceries). La Commune de Nôngr'-Maâsom gère actuellement un projet financé par une ONG (E.A.S.T) qui met à la disposition de chaque secteur un bac à ordures, des charrettes pour la collecte des saletés pour les décharger dans un Centre de collecte primaire construit au secteur 25 puis après un tri, on les envoie au Centre d'enfouissement des ordures au village de Polesgo.

Comme les 2 villages ci-dessus présentés, les 4 secteurs renferment la plupart des caractéristiques physiques et socio-économiques des autres secteurs susceptibles de subir les effets externes de la zone industrielle de Kossodo. Les impacts des déchets industriels sur leurs infrastructures et leurs habitants permettent de prendre des mesures nécessaires à la résolution des problèmes de pollution de ladite zone.

II.1.2- LA ZONE INDUSTRIELLE DE KOSSODO

Située à environ sept (7) km au Nord-Est du centre de la ville de Ouagadougou, la zone industrielle de Kossodo renferme plusieurs unités industrielles (environ 35) d'activités et de caractéristiques diverses. Chacune de ces usines produit, selon la technologie utilisées et les matières consommées, des déchets de diverses natures dans son processus industriel. Les populations riveraines comme celles du milieu récepteur des effluents et émissions de ladite zone font usage de ces déchets dans leurs différentes activités socio-économiques.

C'est pourquoi, il important de présenter brièvement les différentes unités industrielles de cette zone et leurs rejets réels et potentiels afin de justifier le choix des trois d'entre elles que nous avons retenues pour la présente thèse.

Dans le domaine des mines et de l'extraction des métaux, la zone industrielle de Kossodo accueille actuellement quatre (4) unités industrielles. Il s'agit de la Société Nationale des Carreaux du Burkina (SONACAB), du Laboratoire de recherches minières (LORING), de l'ECKAF et de Intertek Testing Services (ITS), ex-Analabs. La crise que vit le secteur minier ce dernier temps est à la base du ralentissement d'activité de ces unités. Il faut signaler que seules ITS et LORING tournent présentement à temps plein tandis que d'autres unités ont fermé momentanément leur porte voire déposé carrément leur clé sous le paillason. Dans cette branche, c'est ITS qui rejette beaucoup de déchets, en particulier les eaux usées fortement chargées.

Le secteur de fabrication et ouvrage des métaux est également présent dans la zone industrielle de Kossodo avec l'Atelier Mécanique de Kossodo (AMK), l'Atelier Pilote de Construction de Matériel Agricole (APICOMA), l'entreprise EMETAL, le Groupe Hage avec HAGE MATERIAUX, la Société Soudure du Faso (SOMIMA), la menuiserie SERIMEX, la Société de Transformation des produits chimiques et ferreux (STPCF), la Société ATTIE ASSAD et l'entreprise des cycles OMA. Dans ce secteur, seule APICOMA connaît quelques difficultés mais depuis sa fusion avec le Centre National d'Equipement Agricole (CNEA), sis à la zone industrielle de Gounghin (APICOMA mène toujours ses activités dans ses locaux de Kossodo), l'entreprise est dans une phase de redressement appréciable. Toutefois, c'est HAGE MATERIAUX qui est le gros producteur de déchets solides à cause du volume important de ses chutes de ferrailles même s'il existe un effort de recyclage et de récupération.

L'industrie chimique n'est pas du reste dans la zone industrielle de Kossodo. On y rencontre la Société des Plastiques Collin Bouvu (COBOPLAST), le Laboratoire des Médicaments du Faso (MEDIFA), la Société de Peinture du Faso (SOPEF), l'Industrie Burkinabè de Peinture (IBF), le MATELAS MOUSSE, l'IBPC, la PLASTAFRIC, la SICOMAF, la Société Burkinabè d'Industrie et du Commerce (SIBICOM), la TECHNIMETAL, la SOGIEB, la SAB et la Savonnerie ADAM AFRIQUE. Dans ce domaine, c'est COBOPLAST seule qui bat de l'aile mais les autres unités mènent leurs activités relativement assez bien. Toutes ces entreprises produisent des déchets solides, liquides (la Savonnerie surtout) et même gazeux (notamment les peintures et diluants, la poussière). Seulement, pour tout observateur non averti, ces pollutions apparentes ne sont pas encore à un stade de grandes inquiétudes.

Le secteur des produits alimentaires, boissons et tabacs se fait également remarquer par la Société des Brasseries du Burkina (BRAKINA), l'Abattoir Frigorifique de Ouagadougou (AFO) la Confiserie du Burkina (COBU), la Confiserie du Faso (COFA), le Centre International de Commerce (CINCO) et la Société Industrielle d'Épicerie et Alimentaire (SIBEA). Bien que la BRAKINA est actuellement l'unité qui se porte le mieux à Ouagadougou voire au Burkina Faso, la SIBEA est également en train de faire son petit bonhomme de chemin. La COFA et le CINCO ont déjà déposé leur bilan pour des raisons économiques tandis que l'AFO se maintient tant bien mal avec ses déficits chroniques. Dans l'ensemble, c'est la BRAKINA qui se remarque comme le plus gros producteur d'eaux usées sans oublier l'AFO dont les effluents contaminent le plus le bain de tannage de TAN ALIZ.

Pour ce qui est de la branche du textile, habillement et cuir, la zone industrielle de Kossodo abrite la Tannerie TAN ALIZ et, dans une certaine mesure, la Société Burkinabè de Manufacture du Cuir (SBMC) bien que située au secteur 27 sur l'axe Ouagadougou-Fada N'Gourma à cause de ses eaux usées qui rejoignent les effluents de la zone industrielle de Kossodo avant de couler vers le *Massili*. A ce niveau, il n'est point besoin de rappeler que ces deux unités sont parmi les premiers responsables des pollutions (de toutes formes) à Ouagadougou avec un accent particulier pour TAN ALIZ.

Quelques usines installées dans la zone industrielle de Kossodo semblent, de prime à bord, être indexées comme entreprises polluantes et/ou nuisantes. C'est le cas de la tannerie (nous venons de le dire et pour plus de détails, nous renvoyons à la Problématique de la présente thèse) qui s'affiche par ses odeurs nauséabondes,

de certaines usines telles que ITS dont l'activité concerne uniquement le traitement des métaux lourds tels que l'or, des unités de fabrication des ouvrages en métaux comme HAGE MATERIAUX ou des entreprises spécialisées dans les carreaux telles que la SONACAB, de la BRAKINA et de l'ABATTOIR pour le volume de leurs rejets liquides renfermant assez de charges organiques et végétales, etc.

Si le constat paraît inquiétant pour les eaux usées, il n'en demeure pas moins pour les déchets solides rejetés par les unités industrielles de Kossodo. Les plus grands producteurs de déchets solides dans la zone industrielle de Kossodo sont surtout les entreprises de fabrication et ouvrages en métaux ou en bois, les carrières, la brasserie et même l'abattoir.

Ces coûts externes subis par la collectivité peuvent s'expliquer sous deux angles, le tout sur fond d'insuffisance d'un arsenal juridique pour réglementer les déversements industriels voire l'absence totale des normes de pollutions propres au pays mais surtout le manque de volonté des industriels pour recycler leurs déchets et même les valoriser pour gagner en coûts implicites.

Cependant, les deux raisons fondamentales qui expliquent les pollutions de la zone sont respectivement la situation géographique des zones industrielles de Ouagadougou et la mauvaise maîtrise des technologies industrielles par les promoteurs. En effet, et comme nous l'avions annoncé dans la section précédente (l'environnement global du milieu récepteur), la position actuelle de la zone industrielle de Kossodo mérite d'être revue sinon, il faudra déployer d'importants investissements pour pallier le problème des pollutions à défaut de déplacer les usines vers d'autres endroits mieux indiqués. Ensuite, il faut avoir le courage de

dire qu'à l'exception d'une dizaine près, la plupart des usines installées dans cette zone sont loin d'être considérées comme industries au sens strict du terme. De ce fait, il se pose incontestablement le problème de maîtrise de technologie appropriée qui puisse, dans leurs procédés de fabrication, tenir compte des exigences environnementales.

En dépit de tout cela, l'absence de vrais cahiers de charges (qui renferment toutes les obligations basées sur des critères réglementaires) profitent également aux promoteurs qui se passent généralement des règles élémentaires d'amélioration des conditions de vie pour faire prévaloir leur objectif traditionnel, à savoir la maximisation du profit, quel que soit le coût externe créé.

De plus, on remarque que la grande partie des rejets de ces unités est constituée de déchets facilement recyclables; ce qui leur créerait des économies d'échelle. Paradoxalement, à l'état actuel des choses, le traitement des déchets pour une réutilisation ou une commercialisation est tabou pour ces entreprises car non seulement cela va engendrer des investissements supplémentaires mais le problème de débouché pour ces sous-produits reste lui aussi tout entier.

De ce qui précède, la justification du choix des trois usines (TAN ALIZ, BRAKINA, ABATTOIR) réside dans le fait que toutes ces unités se trouvent l'une au voisinage de l'autre et toutes leurs eaux usées se rejoignent dans un même collecteur pour se déverser dans la milieu récepteur. Il se pose souvent à ce niveau le problème de contamination des effluents de l'une par ceux de l'autre. De plus, TAN ALIZ, la BRAKINA et l'Abattoir sont les trois principales usines connues et qualifiées aussi bien par les riverains que par le public de la ville de Ouagadougou

comme les plus gros pollueurs de la zone industrielle. Elles constituent, de ce fait, une référence indiquée pour tester nos hypothèses sur la problématique des déchets industriels de Kossodo en vue d'adapter les instruments de politique économique en matière de protection de l'environnement.

Le champ de l'étude ainsi décrit, il convient maintenant de présenter de façon explicite les trois unités industrielles retenues pour la présente thèse afin de bien suivre la suite des idées.

II.2- PRESENTATION DES TROIS UNITES INDUSTRIELLES

II.2.1- FICHE D'IDENTITE

II.2.1.1-TAN ALIZ

L'histoire des tanneries au Burkina Faso remonte au lendemain des indépendances.

En effet, vu les activités de la CFAO (Compagnie Française pour l'Afrique de l'Ouest) qui consistait en la collecte des cuirs et peaux pour alimenter les usines des pays colonisateurs, le gouvernement voltaïque avait pris conscience de la valeur de ces sous-produits d'élevage et créa le CTMC (Centre de Tannage et de Manufacture du Cuir) de Ouagadougou en 1962 avec pour objectif l'exploitation des cuirs et peaux voltaïques.

Ce Centre, est approvisionné successivement par la CFAO puis par la SVCP (Société Voltaïque des Cuirs et Peaux) créée en 1968 et qui est devenue sous la Révolution des années 1980 la SBCP (Société Burkinabè des Cuirs et Peaux) ayant pour objectif la collecte, le conditionnement et le négoce des cuirs et peaux.

Par suite d'augmentation du capital mais surtout à cause des changements socio-politiques au début des années 1980, le CTMC est devenu une société d'économie mixte sous le nom de SBMC (Société Burkinabè de Manufacture du Cuir) en 1985. Avec sa privatisation en 1992, elle est rachetée par le GACP (Groupe Aliz, Cuirs et Peaux).

La SBMC a un capital social de six cent quatre vingt dix neuf millions (699.000.000) de FCFA. Son chiffre d'affaires annuel moyen est de deux cent quarante un millions (241.000.000) de FCFA pour la période allant de 1986 à 1995. Elle emploie 67 personnes dont 45 ouvriers permanents et 22 agents d'administration. La société travaille chaque semaine de lundi à vendredi de 7 h à 12 h 30 mn et de 15 h à 17 h 30 mn; soit 40 heures de fonctionnement par semaine.

Jusqu'en 1995, date de création de TAN ALIZ, sa principale activité était le tannage au chrome des peaux de chèvres, de moutons et de bovins en semi-fini, stain et fini, la maroquinerie et la confection de divers articles pyrogravés.

La production de cuirs est exportée vers la France, l'Italie, l'Espagne, la Suisse, la Côte - d'Ivoire, le Ghana, le Maroc, le Nigeria. Les produits chimiques utilisés dans son processus de transformation sont importés de la France, de l'Espagne, de l'Italie, de l'Angleterre, des Pays-Bas et de la République d'Allemagne.

La SONABEL (Société Nationale d'Electricité du Burkina) assure son alimentation en électricité dont les consommations mensuelles avoisinent un million cinq cent mille (1.500.000) FCFA. Au démarrage, l'alimentation en eau de l'usine était entièrement assurée par l'ONEA (Office National de l'Eau et de l'Assainissement) dont les consommations moyennes étaient d'environ 13.000 m³/an pendant 240 jours de production, soit 55m³/jour ; ce qui est estimé à environ quatre cent trente mille (430.000) FCFA/mois.

Pour réduire ses factures d'eau et soulager le réseau d'adduction d'eau potable de la ville, elle a réalisé deux forages de 60 mètres de profondeur chacun dans l'enceinte de son usine. Ces deux forages ont entraîné une augmentation de la consommation d'eau de l'usine et une réduction des factures de l'ONEA dont l'eau est uniquement destinée aux usages du personnel. Cette augmentation de la consommation d'eau a eu pour corollaire l'augmentation des volumes de rejets pollués, environ 53.000 m³/an.

La SBMC, comme toute société, rencontre assez de difficultés notamment la mauvaise gestion de ses eaux usées causant des problèmes de pollution et nuisances dont la conséquence est la pression des victimes et des institutions politiques. C'est pour pallier tous ces problèmes que les dirigeants de l'entreprise ont décidé de la création de TAN ALIZ en 1995, implantée dans la zone industrielle de Kossodo et dotée d'une station d'épuration des eaux usées.

TAN ALIZ est donc une société anonyme d'économie privée créée en 1995 pour répondre aux exigences d'extension de la SBMC et en vue de pallier les problèmes environnementaux causés par celle-ci. Son siège est à Ouagadougou dans la zone industrielle de Kossodo. Le capital social de la société est de cinq cent cinquante millions (550.000.000) de FCFA et son chiffre d'affaires annuel moyen de un milliard deux cent millions (1.200.000.000) de FCFA pour les exercices de 1996 et 1997. Elle emploie 12 agents d'administration, 64 ouvriers permanents et 26 ouvriers temporaires et occasionnels. Avec une masse horaire de 40 heures par semaine, elle a pour principale tâche le tannage des peaux de chèvres, de moutons et de bovins en semi-fini, c'est à dire jusqu'au stade de « wet blue » (bleu humide) avant de les envoyer à la SBMC pour les étapes suivantes.

La SBCP et l'Ets. OUEDRAOGO ALIZETA sont à la fois ses principaux fournisseurs et clients nationaux en matière de peaux et cuirs. En outre, elle fait des prestations de service à d'autres commerçants qui lui fournissent les peaux pour le traitement jusqu'au stade de « wet blue ». Son alimentation en électricité est assurée par la SONABEL pour une consommation mensuelle moyenne d'environ deux millions huit cent soixante treize mille (2.873.000) FCFA rien que pour l'année 1996. En plus de l'eau de l'ONEA destinée aux usages domestiques pour le personnel, l'usine est alimentée par trois forages de 60 mètres de profondeur chacun avec une consommation totale de 96.000 m³/an, soit 400 m³/jour ; ce qui se traduit par des rejets massifs des eaux usées.

II.2.1.2- BRAKINA

Pendant la période coloniale, la République de la Haute Volta importait de la Côte-d'Ivoire la bière et les boissons non alcoolisées produites par la BRACODI (Brasseries de la Côte-d'Ivoire), une filiale du groupe BGI (Boissons et Glacières Internationales) installée à Abidjan. En 1947, lorsque le chemin de fer est arrivé à Bobo-Dioulasso, une ville située à environ 360 km à l'Ouest de Ouagadougou, la société exportatrice a délocalisé ses activités en créant une succursale en Haute Volta dénommée BRACODI de Bobo-Dioulasso pour la mise en bouteille de sa bière et de ses sucreries. Dans la même logique, lorsque le chemin de fer atteint Ouagadougou en 1957, elle a ouvert une autre succursale dans cette localité, pour les mêmes activités.

Avec l'indépendance intervenue le 5 août 1960, le groupe a fermé ses deux succursales et créa en lieu et place une autre brasserie, la BRAVOLTA (Brasseries

de la Haute Volta) installée à Bobo-Dioulasso. Vu l'accroissement de son marché et animée par le souci d'être le plus près possible du consommateur, elle a ouvert en 1968 deux dépôts de vente respectivement à Koudougou et à Koupéla. Dans la même foulée, le groupe BGI créa une deuxième brasserie en 1976, la SOVOBRA (Société Voltaïque des Brasseries) à Ouagadougou tandis que la BRAVOLTA a ouvert un hall d'embouteillage (succursale) à Ouagadougou. En 1982, la SOVOBRA a suivi son exemple et ouvrit son hall d'embouteillage à Koudougou.

Sous la Révolution qui présidait aux destinées du pays, les deux brasseries ont changé de dénomination en 1984 respectivement la BRAKINA (Brasseries du Burkina) pour celle de Bobo-Dioulasso et la SO.B.BRA (Société Burkinabè des Brasseries) pour celle de Ouagadougou. Pendant cette période, les deux brasseries se partageaient un marché national de 100 millions de litres de bières vendues par an. Mais pour diverses raisons, ce marché a chuté et s'est creusé jusqu'à 38 millions de litres de bières vendues par an. Il fallait donc adopter une stratégie de sauvetage et les dirigeants de ces sociétés ont opté pour une fusion. La fusion est alors intervenue en 1990 avec le rachat des actions de la SO.B.BRA par la BRAKINA, le transfert du siège de la nouvelle BRAKINA à Ouagadougou dans les locaux de la SO.B.BRA (qui disparaît de fait), la diminution de la capacité de production de l'usine de Bobo-Dioulasso, la fermeture du hall d'embouteillage de Koudougou puis, celle de Ouagadougou l'année suivante.

La BRAKINA est donc une société anonyme de droit burkinabè dont le siège est à Ouagadougou sis à la zone industrielle de Kossodo. Créée en 1990 à la suite d'une fusion de deux sociétés, l'ancienne BRAKINA de Bobo-Dioulasso et la SO.B.BRA de Ouagadougou, son capital social de deux milliards cinq cent trente

millions vingt mille (2.530.020.000) FCFA appartient pour 85% au groupe BGI et les autres 15% aux privés nationaux. Son chiffre d'affaires actuel est de trente milliards (30.000.000.000) FCFA avec une tendance à la hausse. La société dispose de deux usines dont la plus grande est à Ouagadougou et l'autre à Bobo-Dioulasso. Elle fonctionne en partenariat avec une autre société issue du même groupe BGI, la SO.DI.BO (Société de Distribution des Boissons) qui commercialise ses produits sur le territoire national à travers ses structures au sein des deux usines et de ses dépôts de Koudougou et Koupéla.

L'entreprise emploie actuellement 350 personnes réparties en personnel administratif et personnel technique. La main-d'oeuvre occupe 60% du personnel tandis qu'on compte 14 cadres. Le personnel administratif travaille de lundi à vendredi de 7 h à 12 h 30 mn puis, de 15 h à 17 h 30 mn ; soit 40 heures de fonctionnement par semaine. Le personnel technique est organisé en 3 quarts de 8 heures et travaille tous les jours 24 h/24; soit une masse horaire de 168 heures par semaine. L'usine de Ouagadougou dispose d'une capacité de production installée de 600.000 hectolitres de boissons par an et produit, pour une année, environ 400.000 hl de toutes les bières contre 130.000 hl de boissons gazeuses; soit 88% de sa capacité.

Elle se sert du savoir-faire de la maison mère (BGI) pour fabriquer trois qualités de bières spéciales, la *flag*, la *castel* et la *guinness* (sous licence), deux qualités de bières classiques, la *brakina* et la *sobbra*. Sous licence de COCA-COLA dont BGI est concessionnaire, elle produit plusieurs marques de boissons gazeuses, *coca-cola*, *fanta citron*, *fanta orange*, *fanta cocktail*, *sprite* et ses propres marques, *bullvit*, *youki-tonic* et l'eau minérale, *lafî*. Elle produit sur le site de

Ouagadougou environ 6000 tonnes de glace par an qu'elle livre essentiellement à ses grossistes et fabrique également certains produits qu'elle utilise soit comme consommation intermédiaire dans son processus de fabrication (le gaz carbonique), soit comme consommables (les casiers), soit encore comme sous produit et directement vendus aux particuliers (les drêches).

S'agissant du marché des facteurs, la main-d'œuvre est localement recrutée mais les matières premières telles que le malt, le houblon et la levure pour la fabrication des bières, les concentrés de base, le charbon actif et les produits désinfectants pour la production des sucreries sont importées de l'Europe tandis que le maïs est fourni par les GMB (Grands Moulins du Burkina), le sucre par la SOSUCO (Société Sucrière de la Comoé).

Son alimentation en électricité est assurée par la SONABEL et l'eau lui est fournie par l'ONEA. Grande consommatrice d'eau (10 litres pour 1 litre de bière), la société a pris la précaution d'engloutir un investissement d'environ 300 millions de FCFA dans des forages d'eau en vue de parer à d'éventuelles pénuries, mais jusque là, ils ne sont pas encore totalement opérationnels.

A propos de son positionnement sur le marché, elle occupe une place de monopole sur le marché burkinabè malgré une légère concurrence des pays limitrophes comme le Togo pour les bières mais aussi le Mali, la Côte-d'Ivoire et même la France pour ce qui est de l'eau minérale. En dehors de l'eau minérale dont une partie est exportée, tous ses produits s'adressent au marché national et distribués par la SO.DI.BO suivant les canaux de distribution qui vont des usines

aux dépôts, des dépôts aux grossistes (caves), des grossistes aux détaillants (bars, buvettes, hôtels, restaurants, etc.) et des détaillants aux consommateurs finals.

L'entreprise dispose d'un service marketing qui assure les relations publiques, la promotion de ses bières, la publicité, le sponsoring et autres stratégies de marché. Cependant, la promotion des boissons gazeuses est faite par les propriétaires des marques. Le régime des prix de la société est de type monopolistique, c'est-à-dire qu'elle fixe elle-même ses prix en fonction des coûts de production et du pouvoir d'achat de la clientèle. Ces prix ne prennent pas en compte les coûts externes (impacts sur l'environnement) qu'il faudra internaliser. En outre, elle dispose des variables hors prix telles que la différenciation de ses bières et boissons sucrées ainsi que sa stratégie publicitaire déployée.

La société entretient des bonnes relations avec les pouvoirs publics car les taxes de 25% sur le prix de la bière et de 10% sur les boissons non alcoolisées, les droits de douanes sur ses importations et les autres charges fiscales et sociales sont régulièrement versées et constituent un chiffre important dans les recettes globales de l'Etat.

Avec son personnel également, elle assure une bonne gestion des ressources humaines même si les hautes fonctions restent toujours l'affaire des expatriés. En effet, si dans le passé l'entreprise pratiquait la méthode de formation sur le tas pour ses agents de toutes les catégories socioprofessionnelles et instaurait un système d'avancement de grade, d'évolution des salaires et des primes de motivation, elle s'oriente maintenant vers une politique systématique de recrutement des jeunes

ayant une formation professionnelle et elle développe également des actions de formation avec l'aide des cabinets extérieurs.

La protection sociale est assurée par la CNSS (Caisse Nationale de Sécurité Sociale), les soins médicaux et l'habillement de service sont gratuits. Le personnel est affilié à un syndicat d'employés accepté par l'entreprise.

II.2.1.3- ABATTOIR

Jusqu'au début des années 1970, le problème de la viande et ses dérivés était géré de manière informelle sinon, anarchique au Burkina Faso. Chaque ménage ou entité pouvait abattre des animaux de boucherie ou de charcuterie à son gré. Pour des raisons de contrôle de la qualité des viandes et même pour une question d'harmonisation dans les abattages d'animaux, il a été créé un abattoir pour la Commune de Ouagadougou dénommé « Abattoir municipal de Ouagadougou ».

Cet établissement public avait un champ d'action plus limité que celui de l'actuel abattoir. En 1969, une Ordonnance créa un autre établissement à caractère industriel et commercial dénommé « Abattoir Frigorifique de Ouagadougou » (AFO) avec un domaine de compétence plus vaste que celui de l'Abattoir municipal. Cet abattoir détient depuis 1975 le monopole de l'activité de production de viandes sur le territoire de la Commune de Ouagadougou aux termes de l'Arrêté N°75/007/PRES/PL/DR/ET du 17 janvier 1975.

Vu le développement du secteur d'élevage et de ses sous produits, l'Etat a jugé utile de créer en 1987 une société, aussi, à caractère industriel et commercial

dénommée « Société de l'Abattoir Frigorifique de Ouagadougou » (SAFO) en lieu et place de l'AFO et lui assigna un rôle beaucoup plus actif et économiquement ouvert. Cette société d'économie mixte au capital de cent millions (100.000.000) FCFA dont les actions ont commencé par être libérées à concurrence de treize millions (13.000.000) FCFA n'a malheureusement pas vu le jour jusqu'aujourd'hui. Ce vide juridique (remplacement de l'AFO par une Société qui n'existe pas) ne nous empêchera pas de considérer l'existence matérielle de l'AFO et ses effets sur l'environnement, objet de notre étude.

L'Abattoir Frigorifique de Ouagadougou (AFO) est donc créé en 1969 par Ordonnance N°69/019/PRES/AGRI-EL du 19 avril 1969 mais, n'a véritablement démarré ses activités que le 7 août 1975 après la fermeture de l'Abattoir municipal.

Du point de vue juridique, l'AFO est un Etablissement public à caractère industriel et commercial, jouissant d'une personnalité civile et morale, doté d'une autonomie financière et dont le siège est à Ouagadougou. Mais administrativement, il est placé, selon l'actuelle organisation gouvernementale, sous la tutelle du Ministère du Commerce, de l'Industrie et de l'Artisanat (MCIA).

Son capital social de un milliard cent cinq millions (1.105.000.000) FCFA provient essentiellement d'un financement extérieur dont les huit cent cinquante cinq millions (855.000.000) FCFA d'investissement initial sont acquis auprès du Fonds Européen de Développement (FED) et les deux cent cinquante millions (250.000.000) FCFA servant à son agrandissement sont financés par les Pays-Bas.

La société emploie actuellement 100 personnes de façon permanente dont 37 constituent le personnel administratif et 63, le personnel technique (ouvriers et manœuvres). Le personnel administratif travaille de lundi à vendredi de 7 h à 14 h et le samedi de 7 h à 12 h; soit une masse horaire de 40 heures de fonctionnement par semaine. Le personnel technique, lui, travaille de dimanche à jeudi de 22 h à 5 h et le vendredi de 20 h à 5 h; soit une masse horaire hebdomadaire de 44 heures de fonctionnement.

Sa principale activité est l'abattage d'animaux de boucherie et de charcuterie, la réfrigération et le transport de viande, pour la consommation humaine. A cela, il faut ajouter la location de ses containers, ses camions-frigorifiques et ses chambres froides, la mise à la disposition des commerçants de bétail d'une aire dans son enceinte pour le marché des animaux sur pieds contre une certaine redevance et enfin, la construction, dans certains marchés de Ouagadougou, des étals-boucheries pour faire louer aux bouchers. En définitive, l'activité de l'AFO consiste en des prestations de services aux tiers dans le domaine de la production de viande. D'après les dispositions de l'Arrêté N° 75/007/PRES/PL/DR-ET du 17 janvier 1975, l'entreprise détient le monopole de cette activité sur le territoire de la Commune de Ouagadougou.

Initialement, la capacité de production de l'entreprise était de 13.000 tonnes de viande par an mais avec son agrandissement en 1981, cette capacité est passée à 15.000 tonnes de viande pour une année. Cette augmentation de capacité semble non justifiable puisque selon les statistiques d'abattages des 10 dernières années (1988 à 1997), la société ne produit qu'en moyenne 6.000 tonnes de viande par an; soit environ 40% de sa capacité totale.

L'AFO est un établissement public donc il revient logiquement à l'Etat de mener sa politique de prix. Ainsi, aux termes de l'Arrêté N°021/DR/MF du 17/9/79 signé du Ministre du développement rural (Ministère de tutelle en cette période) et de celui des Finances, les redevances perçues par l'AFO sont fixées comme suit:

- les redevances d'abattage, qui donnent droit à la stabulation des animaux et les opérations d'abattage, sont de deux mille (2.000) FCFA pour les grands animaux, trois cents francs (300) FCFA pour les petits ruminants et mille (1.000) FCFA pour les porcins;
- les redevances d'usage des chambres froides, qui donnent droit au ressuage des carcasses et abats rouges, à l'entreposage et à la réfrigération, sont de mille (1.000) FCFA pour les grands animaux, deux cents (200) FCFA pour les petits ruminants, cinq cents (500) FCFA pour les porcs et quinze (15) FCFA le kg de tout autre colis de viande;
- les redevances de transport frigorifique (pour les clients qui n'ont pas leurs propres moyens de transport) de l'AFO aux différents points de la ville sont de deux cents (200) FCFA pour les grands animaux, vingt cinq (25) FCFA pour les petits ruminants et pour tout colis de viande;
- les redevances du marché de bétail, qui donnent droit à l'usage de l'aire de vente d'animaux sur pieds sont de deux cents (200) FCFA pour les grands animaux, soixante (60) FCFA pour les petits ruminants et cent (100) FCFA pour les porcins.

Tout compte fait, un grand animal abattu, conservé et transporté revient à trois mille deux cents (3.200) FCFA, les petits ruminants reviennent chacun à cinq cent vingt cinq (525) FCFA et les porcins à mille cinq cent (1.500) FCFA. Ces redevances fixées depuis 1979 restent jusqu'aujourd'hui inchangées alors que les coûts supportés par la société évoluent de manière croissante dans leur globalité.

Les principaux fournisseurs de l'AFO sont sur le territoire Burkinabè. En effet, pour s'approvisionner en fournitures de bureaux, en matières consommables dans son processus industriel et même en matériels d'entretien de ses installations industrielles et de ses engins, l'entreprise s'adresse le plus souvent aux commerçants et partenaires de la place.

Son alimentation en eau est assurée par l'ONEA pour une consommation annuelle de 23.000 m³; ce qui se chiffre à environ vingt cinq millions (25.000.000) FCFA par an alors que l'électricité lui est fournie par la SONABEL à concurrence de 5.000kwh / an; soit une bagatelle de vingt huit millions (28.000.000) FCFA par an. De même, la clientèle de l'entreprise est composée essentiellement des partenaires résidant sur le territoire Burkinabè.

Ce sont des bouchers (en majorité) qui font abattre leurs animaux par l'Abattoir ou qui louent ses étals sur les marchés, des entreprises ou institutions qui louent ses chambres froides pour conserver leurs produits ou denrées, des commerçants et autres exportateurs ou importateurs qui se servent de ses camions-frigorifiques pour transporter leurs marchandises.

Sur une période de 10 ans (1986 à 1995), la société a réalisé un chiffre d'affaires annuel moyen de cent vingt sept millions (127.000.000) FCFA contre un total des charges annuelles moyennes qui s'élève à deux cent quatre millions (204.000.000); soit un résultat annuel moyen négatif de soixante dix-sept millions (77.000.000) FCFA. Ces pertes chroniques enregistrées par l'AFO s'expliquent par la standardisation des redevances des prestations en vigueur depuis 20 ans (1979) alors que les composantes des coûts supportés par l'entreprise galopent de manière

exponentielle. En plus, l'obsolescence de la quasi-totalité des équipements engendrent souvent des coûts énormes pour leur entretien; ce qui amoindrit les chances pour la société de réaliser des profits.

Pour pallier ses difficultés, l'AFO bénéficie chaque année des subventions de la part de l'Etat Burkinabè et des Pays-Bas dont le montant total net s'élève en moyenne à trois cent soixante dix millions (370.000.000) FCFA pour la période allant de 1986 à 1995.

II.2.2- PROCESSUS INDUSTRIEL

II.2.2.1- TAN ALIZ

II.2.2.1.1- LE TRAVAIL DE RIVIERE

Le processus de tannage dont les 8 premières étapes se déroulent à TAN ALIZ et les 6 autres à la SBMC se fait comme suit :

La trempe et le lavage: C'est la première opération de tannage et elle consiste à mouiller suffisamment les peaux puis à les laver pour l'élimination des salissures, des souillures, du sang, etc. On utilise à cette étape une grande quantité d'eau qui sera ensuite déversée.

L'épilage et le pelanage: Cette deuxième étape permet d'éliminer les poils, les structures pileuses et l'épiderme. La chaux et le sulfure de sodium sont les réactifs chimiques utilisés pour cette étape qui produit des eaux résiduelles fortement chargées.

L'écharnage: La troisième étape, est une opération mécanique visant à éliminer de la peau les restes de chair et de graisse. Il engendre des déchets solides dans l'eau usée.

Le déchaulage et le dégonflement: Ils se font dans la solution de sel d'ammonium et d'enzymes afin de préparer les peaux au tannage et à l'élimination de la chaux incorporée lors du chaulage et des produits de décomposition des protéines. Le sulfate d'ammonium, le métabisulfite de sodium et les enzymes

pancréatiques sont les réactifs utilisés dans cette étape qui engendre également des eaux résiduaires.

Le dégraissage et le lavage: Les peaux sont dégraissées puis lavées au moyen d'agents saponifiant et tensioactif. Cette étape engendre aussi des eaux résiduaires.

Le picklage: C'est le traitement des peaux avec l'acide sulfurique et l'acide formique pour éviter la précipitation du chrome pendant le tannage puis, avec le sel pour éviter un gonflement acide de la peau. Ce qui engendre également des eaux résiduaires.

Le tannage: C'est-à-dire la conversion des fibres des dermes en cuir, est l'étape fondamentale. Il s'agit de transformer la peau en matière imputrescible (impropre à la consommation) à l'aide des sels de chrome autobasifiant et du bicarbonate de sodium ; c'est le stade du « wet blue ». Les eaux résiduaires issues de cette étape contiennent du chrome trivalent et des traces du chrome hexavalent.

Le vidange, le mûrissement, le triage et la mise en condition: C'est la dernière étape de transformation des peaux en cuirs à TAN ALIZ soit pour les exportations, soit pour les ventes aux clients nationaux, soit encore pour envoyer à la SBMC pour les étapes suivantes. Cette étape produit aussi une certaine quantité d'eaux résiduaires et des déchets solides.

La neutralisation: C'est la première étape des travaux de la SBMC et a pour but l'élimination de l'acidité du cuir. Le formiate et le bicarbonate de sodium

sont des réactifs utilisés dans cette étape qui produit également des eaux résiduaires.

L'essorage et le dérayage: Ce sont des opérations mécaniques visant respectivement à éliminer l'excédent d'eau et à diminuer l'épaisseur de la peau. La première opération rejette une infime quantité d'eau peu chargée tandis que la seconde produit une masse moins importante de déchets solides immédiatement brûlés.

Le retannage: C'est le tannage plus poussé avec incorporation des tannins végétaux ou synthétiques; elle engendre aussi des eaux résiduaires.

La teinture et la nourriture: Elles consistent respectivement à l'orientation de la peau vers la couleur désirée à l'aide des colorants et à l'addition d'huile en vue d'obtenir un toucher doux. Elles produisent également des eaux résiduaires.

II.2.2.1.2- LES OPERATIONS MECANIQUES

Le palissonage: C'est une opération mécanique visant à assouplir la peau; elle ne produit pas d'eaux résiduaires.

Le ponçage: Elle est également une opération mécanique qui confère à la peau son aspect velouté et ne produit pas non plus d'eaux résiduaires.

Le finissage: C'est-à-dire la mise en oeuvre des propriétés d'usage du cuir. Il produit une infime quantité d'eaux résiduelles sans oublier les solvants utilisés qui s'évaporent dans l'air.

La trempe et le pelanage se déroulent dans des coudreuses en béton équipées des brasseurs tandis que le déchaulage, le dégraissage, le picklage, le tannage, la neutralisation, le retannage, la teinture et la nourriture se font dans des foulons rotatifs. Toutes ces opérations constituent le travail dit de « rivière », responsable de près de 90% de la pollution et nuisance d'une tannerie compte tenu du volume d'eau et des produits chimiques utilisés. Quant aux opérations mécaniques, elles se déroulent dans une section appelée « corroyage » tandis que les peaux en stain sont mises en oeuvre dans la section « finissage » et celles pyrogravées passent de la section « confection » à la section « pyrogravure ».

Le travail de la peau, comme nous venons de le voir, nécessite l'utilisation de plusieurs produits chimiques dans des quantités importantes. La SBMC utilise des quantités infimes de produits toxiques pour le retannage mais beaucoup plus des colorants, tannins, enzymes, antiseptiques et savons, peu toxiques. C'est à TAN ALIZ que les produits suivants sont utilisés (par tonne et par an) pour la production du cuir : hydroxyde de calcium (250-300), sulfure de sodium (300-360), sulfate d'ammonium (30-35), métabisulfite de sodium (20-25), acide sulfurique (30-35), acide formique (10-15), chlorure de sodium (300-360), bicarbonate de sodium (2-3), formiate de sodium (250-300), sulfate de chrome (250-300).

Ces produits chimiques ne disparaissent pas au cours des différentes opérations de transformation de la peau ; certains sont fixés par les peaux, d'autres sont transformés, d'autres encore ne subissent aucune réaction. Tous ces produits non fixés par les peaux, tous ces poils, ces pellicules, ces graisses et ces protéines arrachés qui se trouvent dans les effluents sont à l'origine des pollutions et nuisances créées par TAN ALIZ.

II.2.2.2- BRAKINA

II.2.2.2.1- LA FABRICATION DES BIÈRES

Son processus se résume en quatre grandes étapes comprenant chacune diverses opérations et vont de la meunerie à l'embouteillage en passant par le brassage et la fermentation.

II.2.2.2.1.1- La Meunerie

Cette étape consiste à moudre les grains crus du maïs et du malt à l'aide des moulins avant le brassage. Le concassage a pour objet de réduire l'amande intérieure en farine aussi fine que possible, pour faciliter l'extraction, sans cependant déchiqeter l'enveloppe pailleuse du grain, afin de faciliter la filtration.

Un nettoyeur rend les grains purs, exempts d'impuretés, une trémie et un tamis permettent de contrôler et d'obtenir de la farine composée à 12-15% d'enveloppes, 55-57% de gruaux et 31-32% de farine. Pour un type de bière donné, on détermine la quantité de malt qu'il faut afin d'obtenir le taux de sucre souhaité.

Ainsi, pour la brakina et la sobbra par exemple, il faut 10 kg de malt pour 1 hl de bière, pour les bières de luxe, il faut respectivement 12 kg, 14 kg et 27 kg de

malt pour 1 hl de castel, flag et guinness. Notons que plus, le taux du sucre est élevé dans une bière, plus fort est son degré d'alcool.

II.2.2.2.1.2- Le Brassage

Il a pour but d'obtenir l'extraction du maximum de produits se trouvant dans le maïs, le malt et le houblon, et renferme sept opérations successives:

Le préamptage: C'est l'opération qui consiste à mélanger séparément dans un hydrateur (silo) la farine du maïs et celle du malt à l'eau dans une proportion de 200 à 400 litres d'eau pour 100 kg de malt ou du maïs.

Le traitement du maïs: Le maïs empâté est versé dans un cuiseur pour être suffisamment cuit avant de l'envoyer à l'étape suivante.

La saccharification en cuve matière: C'est à ce niveau que le maïs cuit est mélangé au malt préampté dans une cuve à matière pour être chauffé. L'empois d'amidon se forme puis se liquéfie sous l'action des diastases qui transforment l'amidon en dextrines, maltose et glucose par hydrolisation.

La filtration: Pour obtenir du moût (jus sucré), il va falloir séparer le liquide des matières solides insolubles; ce sont les résidus du brassage que l'on appelle drêches.

La cuisson et le houblonnage du moût: Une fois filtré, le moût est envoyé dans une cuve appelée chaudière à houblonner pour être porté à ébullition afin d'être stabilisé en détruisant les enzymes, stérilisé, coloré, aromatisé et protégé contre les éventuels phénomènes d'oxydation.

La décantation: Le moût houblonné contient des matières en suspension telles que les matières azotées coagulées, les éléments insolubles du houblon⁸³, etc. et pour le rendre clair, on le pompe dans un bac appelé « whirlpool » où on procède à une décantation.

Le refroidissement: Le moût débarrassé des grosses molécules coagulées est envoyé dans des réfrigérants à contre-courants constitués par un empilement de plaques en acier inoxydable.

II.2.2.1.3- La Fermentation

Le moût refroidi par le brassage contient des sucres qui vont pouvoir être transformés en alcool sous l'action des ferments appelés levure. L'équation élémentaire de la fermentation s'écrit de la manière suivante:

Sucres du moût + Levure → Alcools + Gaz carbonique + Chaleur

La fermentation principale: Elle consiste à mettre de la levure sur le moût refroidi (ensemencement) en injectant l'oxygène nécessaire au développement de cette levure. La fermentation doit tendre vers une atténuation, c'est-à-dire une transformation aussi complète que possible des sucres fermentescibles, en alcool et en gaz carbonique afin d'assurer la stabilité biologique ultérieure de la bière. Le gaz carbonique qui se dégage est récupéré, épuré, séché, désodorisé et liquéfié pour la fabrication des boissons gazeuses.

⁸³ Le houblon est une plante vivace grimpante dont les fleurs femelles servent à aromatiser la bière.

La fermentation secondaire: Elle se fait pendant la garde et permet à la bière de se saturer en gaz carbonique naturel, de se clarifier et d'affiner son goût. La fermentation secondaire se fait intégralement à l'abri de l'air pour éviter qu'une oxydation de la bière n'entraîne une modification désagréable de son goût et pour que la levure ne puisse reprendre une activité exagérée. Ce temps est d'un mois pour les bières de luxe et de 2 semaines pour les bières de table.

La filtration: En fin de garde, la bière dépouillée de la levure, des tanins et trouble, saturée de gaz carbonique, passe sur un filtre au travers des cartons filtrants. Cette bière filtrée est buvable mais ne peut être conservée puisque non stabilisée.

II.2.2.1.4- L'Embouteillage

Cette étape qui intervient après que la fabrication de la bière a été terminée consiste à soutirer la bière filtrée et stockée dans des cuves fermées pour les conditionner dans des récipients transportables (bouteilles) et mettre à la disposition des consommateurs. Cette phase qui est la même pour les bières et les boissons gazeuses comprend également 8 opérations:

Le décaissage: Du magasin des emballages vides, des casiers sont transportés sur des chariots à la décaisseuse qui les vident par un mécanisme automatique de sorte que les bouteilles vides empruntent une chaîne en direction de la laveuse et les casiers vides une deuxième chaîne pour se rencontrer un peu plus tard à l'encaissage.

Le lavage: Les bouteilles vides entrent dans les laveuses, sont égouttées et passent dans une série de trois bains de soude caustique à haute température,

injectée à l'intérieur et à l'extérieur des bouteilles, puis elles sont rincées à l'eau chaude et à l'eau froide stérile. La conception des machines permet l'obtention des bouteilles propres et stérilisées à leur sortie.

Le soutirage: C'est le remplissage des bouteilles à l'aide d'une machine isobariométrique dotée de tiges d'injection placée sur une couronne qui tourne à une vitesse telle que les bouteilles se trouvent remplies pendant un tour de la machine.

Le bouchage: A la sortie des soutireuses, les bouteilles sont hermétiquement capsulées. Le datage des bières se fait sur les étiquettes collées aux bouteilles tandis que celui des sucreries se fait sur les bouchons par une machine à jet d'encre.

La pasteurisation: Pour augmenter la sécurité de la bière et la stabiliser dans le temps, les bouteilles remplies passent dans un pasteurisateur où elles sont chauffées à 64°C pendant 20mn afin de détruire les levures qui seraient passées accidentellement au travers du filtre et qui risqueraient de provoquer une deuxième fermentation. Il faut relever que compte tenu de la composition de la bière (pH bas, forte teneur en CO₂, milieu pauvre en nutriments, présence des résines du houblon ayant un pouvoir bactéricide), cette température est suffisante pour stériliser totalement la bière et en faire une boisson parfaitement hygiénique. Notons aussi que les boissons gazeuses ne sont pas pasteurisées puisqu'elles n'ont pas été fermentées.

L'étiquetage: Les bouteilles pasteurisées arrivent au niveau de l'étiqueteuse qui leur applique des étiquettes selon le type de la boisson. Les boissons gazeuses ne sont pas étiquetées puisque leurs bouteilles comportent toutes les mentions.

L'encaissage: A cette étape, les 2 chaînes transportant les casiers et des bouteilles se rejoignent devant l'encaisseuse qui remplit automatiquement les casiers en format de 12 bouteilles de 66 centilitres et de 24 bouteilles de 33 centilitres.

La palettisation: Elle consiste à mettre les casiers sur un support en bois appelé palette. Pour les formats de 12 bouteilles, une palette contient 48 casiers et elle compte 40 casiers pour les formats de 24 bouteilles. Après la palettisation, les produits quittent le processus industriel pour entrer dans le domaine commercial.

II.2.2.2.2- LA FABRICATION DES BOISSONS GAZEUSES

Comme pour les bières, son processus se résume en 4 grandes étapes comprenant chacune diverses opérations et vont de la fusion du sucre à l'embouteillage en passant par la filtration et l'ajout des concentrés.

II.2.2.2.1- La Fusion du sucre

• A cette étape, le sucre est mélangé à l'eau dans un fondoir (cuiseur) et chauffé à une température qui tend vers 80°C (sans dépasser cette limite au delà de laquelle le jus devient du caramel). Le produit obtenu est du sirop brut dans lequel on met ensuite du charbon actif pour éliminer les impuretés et les odeurs.

II.2.2.2.1.2- La Filtration du sirop brut

On fait passer le sirop brut par un filtre à cartons qui retient le charbon actif et laisse couler le liquide clair. Le sirop simple obtenu est refroidi jusqu'à une température qui varie entre 15 et 20°C.

II.2.2.2.1.3- L'Ajout des concentrés de base

Dans un conge (réservoir) muni d'un agitateur, on ajoute des concentrés de base pour le type de la boisson à fabriquer au sirop simple refroidi et on agite longuement le mélange. Le produit obtenu est le sirop fini qui se caractérise par son parfum et son brix (densité). Ce sirop fini est envoyé dans un Intermix (mélangeur) qui le mélange dans une proportion donnée à de l'eau gazeifiée pour obtenir le produit fini qui sera soutiré à l'embouteillage.

II.2.2.2.1.4- L'Embouteillage

C'est le même procédé décrit pour la fabrication des bières. Il faut cependant noter que pour les boissons gazeuses, l'obtention du produit fini à l'Intermix tend à se confondre aux opérations d'embouteillage dont elle constitue la pré-étape. En outre, il faut relever que l'embouteillage des boissons sucrées se fait avec un dispositif distinct de celui des bières.

Comme toute industrie, la BRAKINA utilise dans son processus industriel divers produits chimiques tels que des acides, alcools, solvants, enzymes, réactifs, etc.

II.2.2.3- ABATTOIR

A l'ouverture, l'Abattoir était bien équipé et fonctionnait à l'image des abattoirs industriels qu'on rencontre dans la plupart des pays africains au sud du Sahara. Mais dès 1987 (12 ans après son démarrage), ses installations sont frappées d'une obsolescence qui perdure jusqu'aujourd'hui rendant le processus industriel caduc.

En effet, pour l'abattage des animaux, l'AFO était équipé de 4 chaînes d'abattage dont une pour les petits ruminants (moutons et chèvres) d'une capacité de traitement de 120 animaux à l'heure, deux autres pour les grands animaux (bœufs, chameaux, chevaux et ânes) d'une capacité de 40 animaux à l'heure mais une seule fonctionne actuellement et une quatrième pour les porcins totalement isolée des autres pour des considérations religieuses d'une capacité de 10 porcs à l'heure.

Il disposait également d'un petit abattoir sanitaire (qui ne fonctionne plus) pour l'abattage d'urgence des animaux malades ou suspects muni d'un incinérateur pour la destruction des viandes dangereuses. En outre, il était doté d'un centre de récupération (équarrissage) pour le traitement et la transformation du sang, des os et des viandes insalubres en farine. Les équipements de ce centre étant totalement amortis, l'équarrisseur est remplacé par un foyer amélioré alimenté par du bois de chauffe. L'Abattoir possède un hangar pour casser les têtes des animaux abattus mais, abandonné par les ouvriers qui préfèrent travailler sous un arbre à l'air libre. Il a également une fosse munie d'un filtre pour décanter les eaux usées et un chauffe eau solaire (en panne et remplacé par un foyer) pour échauder les porcs et nettoyer les salles d'abattage.

Pour la conservation des viandes et autres denrées d'origine animale, il était équipé de 12 chambres froides d'une capacité de stockage totale de 250 tonnes, alimentées par 11 compresseurs à ammoniac et 1 compresseur à fréon 22, maintenues à des températures qui varient entre -25°C et $+12^{\circ}\text{C}$ selon les chambres.

Depuis 1987, seule la chambre froide d'une capacité de 400 m^3 fonctionne en système à fréon 22. En outre, il était doté d'une salle servant à la vente des viandes maintenue à $+12^{\circ}\text{C}$ et d'une autre pour la découpe maintenue à $+5^{\circ}\text{C}$. Malheureusement, ces deux salles ne fonctionnent plus depuis une dizaine d'années. En dehors du gaz liquide (fréon 22) et de quelques détergents et désinfectants utilisés pour assainir ses locaux, l'entreprise ne consomme aucun produit chimique dans son processus industriel.

Le processus industriel proprement dit diffère selon le type d'animal à abattre: grands animaux, petits ruminants et porcins.

II.2.2.3.1- L'ABATTAGE DES GRANDS ANIMAUX

Les animaux à abattre peuvent être amenés directement de chez les clients comme de l'aire de vente du bétail sise à l'enceinte de l'abattoir. Ils sont alignés dans des couloirs aménagés par des barres de fer en guise de parc de stabulation.

A l'entrée de l'usine, l'animal est immobilisé dans un box (cage très restreint à la taille de la bête) de sorte qu'il ne puisse pas inquiéter les ouvriers par ses cornes. En face de lui se trouve un ouvrier qui l'anesthésie à l'aide d'un pistolet à air comprimé (balle blanche). Du haut de son box d'immobilisation, l'animal anesthésié tombe sur une palette en fer, le regard vers l'Est (pour des considérations religieuses).

Un sacrificateur (c'est-à-dire un égorgeur), un musulman de préférence, procède à la saignée (l'égorge) immédiatement. Un palan électrique (treuil) soulève la bête jusqu'aux rails où elle est suspendue par la patte droite postérieure. Au niveau des rails où circule la bête, plusieurs postes de travail sont établis.

Il y a d'abord des ouvriers spécialement chargés de décaper les pattes antérieures puis postérieures, ceux qui dépouillent la peau de l'abdomen puis d'autres parties du corps et ceux chargés de déshabiller totalement l'animal. Une fois la peau enlevée par l'arrache-cuir, on procède à l'ouverture de la chair en commençant par le bassin puis l'abdomen et la fente de la carcasse en deux. Les

boyaux sont vidés automatiquement dans un bac à viscères et la carcasse passe au poste d'inspection sanitaire où deux infirmiers vétérinaires examinent la chair.

Toute viande douteuse est consignée dans une grille soit pour être jetée, soit pour être détruite, soit encore pour être traitée et affecter à la consommation si le danger est moindre. La viande saine est envoyée dans la chambre froide pour attendre le moment d'enlèvement par les propriétaires.

II.2.2.3.2- L'ABATTAGE DES PETITS RUMINANTS

Comme les grands animaux, les ovins et les caprins passent du parc de stabulation pour rentrer dans l'usine où on les aligne couchés sur un tapis roulant, le regard tourné vers l'Est. Le sacrificateur (toujours un musulman) procède à la saignée.

Par les pattes postérieures ouvertes, la bête est accrochée à une chaîne mécanisée. On gonfle l'animal à l'air comprimé pour détacher la peau de la chair. On procède au décapage, le déshabillage et le découpage de la tête et des pattes. Commence l'éviscération où le contenu de la panse est vidé dans un plateau pour le lavage et la carcasse poursuit le circuit. La carcasse est ensuite suspendue sur un chariot où les infirmiers vétérinaires inspectent la chair.

La viande douteuse est consignée pour les mêmes causes tandis que celle qui est saine passe à la conservation pour être enlevée par les propriétaires.

II.2.2.3.3- L'ABATTAGE DES PORCINS

Contrairement aux autres animaux qui sont abattus la nuit entre 22 heures et 5 heures du matin, l'abattage des porcs se fait le matin. De chez le client, les porcs sont conduits directement à l'usine.

Au bout de la chaîne d'abattage, l'animal est électrocuté par une pince anesthésiante électrique placée au niveau des condyles qui fait péter son cœur. Une fois électrocuté, l'animal tombe devant un ouvrier (bien sûr, un non musulman) qui l'égorge. Un palan électrique le soulève par une patte pour le plonger dans une bassine (chaudière) à eau chaude. L'animal est secoué et retourné plusieurs fois dans l'eau pour être suffisamment imbibé et faciliter le rasage de poils et le décapage. Sur une table de décapage, on rase l'animal puis le palan le soulève pour le suspendre aux rails. Sur les rails, on fait l'éviscération, on lave les viscères dans un bassin et la carcasse est envoyée à l'inspection sanitaire.

La viande douteuse est consignée tandis que celle qui est saine est directement livrée aux propriétaires. Le sang est récupéré par les propriétaires, les poils sont stockés puis brûlés et l'eau de lavage est drainée avec les autres eaux usées dans le bassin de stockage.

L'AFO n'utilise pas de produits chimiques dans son processus industriel. Dans ses effluents, les polluants sont essentiellement constitués de matières organiques qui sont à l'origine de la fréquente eutrophisation des eaux usées de la zone industrielle. En effet, la concentration excessive de ces matières organiques en contact avec la prolifération de la végétation aquatique absorbe l'oxygène du

fond de l'eau d'où l'importance de la demande bio-chimique en oxygène (DBO & DCO) dans le bilan de pollution de l'abattoir.

Les problèmes socio-économiques des déchets industriels, qui viennent d'être exposés dans un cadre théorique avec quelques illustrations pour le Burkina Faso en général, et particulièrement avec les exemples des trois usines de la zone industrielle de Kossodo, méritent d'être pris au sérieux. Pour ce faire, il faudra passer du cadre théorique aux aspects pratiques (empiriques) afin de tester certains instruments économiques de politique environnementale que certains pays du Nord ont déjà utilisés dans leur lutte contre les pollutions industrielles.

Mais puisque l'objectif principal de cette thèse est de mener une analyse socio-économique des déchets industriels, il convient tout d'abord de recenser l'ensemble des déchets effectivement ou potentiellement produits par les trois unités, étudier leurs impacts réels et probables aussi bien sur l'environnement que sur la santé des populations riveraines. Ensuite, il faudra faire un état de tous les avantages que procurent ou procureraient ces déchets à la collectivité par les différents usages dont ils font l'objet. Cette analyse coûts/avantages permettra de juger de l'opportunité ou non d'avoir recours à tel ou tel autre instrument économique de politique environnementale.

C'est donc l'objet de la deuxième partie consacrée aux aspects empiriques et approche économétrique des problèmes socioéconomiques causés par les déchets industriels.

Deuxième Partie

*Les coûts externes causés par les déchets
industriels de la zone de Kossodo et essai
à internalisation*

Chapitre 3

**MISE EN EVIDENCE DE LA POLLUTION
INDUSTRIELLE DANS LA ZONE DE KOSSODO**

III.1- EVALUATION DES DECHETS DES TROIS UNITES INDUSTRIELLES ET LEURS MODES DE GESTION

III.1.1- LES DIFFÉRENTS REJETS DES TROIS UNITES INDUSTRIELLES

Plusieurs études et travaux de recherche, à travers le monde et même au niveau du Burkina Faso, ont prouvé que les tanneries, les brasseries et les abattoirs sont classés parmi les industries les plus polluantes voire les plus nuisantes à cause des déchets solides et gazeux qu'elles émettent et du volume important des effluents pollués qu'elles rejettent. TAN ALIZ, la BRAKINA et l'AFO n'échappent pas à ce triste constat. Cependant, il convient tout d'abord de préciser que s'il est plus facile de déterminer le volume ou l'ampleur des rejets solides d'une unité industrielle, il n'en est pas de même pour les déchets liquides et la tâche s'avère encore plus compliquée pour les déchets gazeux.

L'évaluation des déchets solides des trois unités industrielles retenues pour la présente étude est faite sur la base des observations physiques de ces déchets tant à l'intérieur des usines que sur les décharges publiques. Tous les déchets solides de la BRAKINA sont toujours pesés à la sortie des usines et le cas échéant, estimés à partir des données empiriques. Il en est de même pour certains déchets de l'Abattoir, notamment ceux qui sont vendus aux populations riveraines pour divers usages socio-économiques. C'est à TAN ALIZ que les déchets solides sont seulement estimés sur la base de la facturation des services de voirie pour ses levées de bacs à ordures.

Quant aux déchets liquides, on les détermine généralement à partir des paramètres des bilans de pollution obtenus grâce aux résultats d'analyse physico-chimique effectuée au Laboratoire Génie Sanitaire de l'EIER. En effet, ce n'est pas le volume d'eau ou d'huiles (sales) rejetées par une usine qui menace l'environnement mais, ce sont plutôt les charges que contiennent ces effluents qui sont dangereuses.

Ainsi, l'analyse des effluents à la sortie de chacune des usines permet de déterminer la composition générale (bilan) et le type de pollution engendrée par leurs eaux résiduaires. Le volume des effluents, les demandes biologique et chimique en oxygène (DBO et DCO), le taux des matières décantables (M.D), des matières en suspension (M.E.S), des matières organiques (M.O), des matières minérales (M.M) et des matières sèches totales (M.S.T), la température (t°), le potentiel hydrogène (pH), le potentiel rédox (MV) et la quantité des produits chimiques tels que les sulfures (S^{-2}), le chrome (Cr), l'azote total (NTK), les carbonates (CO_3), le sodium (Na), les sulfates (SO_4), etc., sont les paramètres qui déterminent le degré de pollution de l'effluent d'une tannerie, d'une brasserie ou encore, d'un abattoir.

Enfin, s'agissant des déchets gazeux, il faut dire que c'est sur la base des observations et à partir des produits chimiques utilisés dans les processus industriels des trois usines que l'on a estimé le volume ou même la nature de ces rejets. Les déchets gazeux proviennent essentiellement des cheminées et des émanations des effluents stockés dans les bassins de sédimentation ou rejetés directement dans le collecteur. C'est la catégorie des déchets industriels considérée comme la moins inquiétante aussi bien pour la ville de Ouagadougou que pour la

zone industrielle de Kossodo. En effet, bien que leur évaluation pose problème à cause du déficit des dispositifs adéquats pour les mesurer, les conclusions de plusieurs études antérieures font ressortir que les déchets gazeux produits par les industries du Burkina Faso en général et celles de la zone industrielle de Kossodo en particulier sont encore à un niveau tolérable. Un récapitulatif de leurs différents rejets, au niveau de chacune des trois unités industrielles, nous permet de juger de leur degré de pollution ou de nuisance.

III.1.1.1- TAN ALIZ

III.1.1.1.1- Les déchets solides

Les déchets solides de TAN ALIZ estimés à 3.000 tonnes par an sont constitués de trois types de rejets mais, dans des proportions différentes :

- les ordures et autres détritiques du personnel administratif et des ouvriers dont le volume annuel s'élève à environ 500 tonnes;
- les déchets organiques, c'est-à-dire des morceaux de peaux tombés du processus industriel, des salissures et autres détritiques issus des peaux estimés à environ 1.500 tonnes chaque année;
- les boues de décantation qui montent en volume à quelque 1.000 tonnes par an.

Les ordures sont constituées essentiellement des emballages non récupérables en carton ou en plastique pour le conditionnement des produits chimiques et autres consommables. A cela, il faut ajouter du papier détruit par le

secrétariat, des morceaux de bois et des vieilles palettes sur lesquelles sont stockés les "wet blue" et du cuir apprêté pour la vente. Il faut dire cependant qu'en dehors de la poussière qui peut se libérer des vieux emballages des produits chimiques causant une certaine nuisance ou des irritations accidentelles, les ordures de TAN ALIZ ne sont pas très menaçantes pour les employés car bien regroupées à des endroits précis pour être enlevées et jeter sur les décharges publiques.

Les déchets organiques quant à eux sont assez menaçants contrairement aux ordures. En effet, de par leur nature, ces matières, une fois pourries, dégagent des odeurs nauséabondes au même titre que les eaux usées et de plus, elles attirent les mouches causant d'autres effets secondaires tel le paludisme. Il en est de même pour les boues de décantation qui non seulement dégagent les mêmes odeurs mais qui renferment également tous les dépôts des produits chimiques (chrome par exemple) et autres matières décantées.

En somme, les déchets solides rejetés par TAN ALIZ sont ceux indiqués dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.1: Récapitulatif des déchets solides par an

	Déchets produits	Vendus ou recyclés	déversés
- Ordures	500 tonnes	0	500 tonnes
- Déchets organiques	1.500 tonnes	0	1.500 tonnes
- Boue de décantation	1.000 tonnes	0	1.000 tonnes
TOTAL	3.000 tonnes	0	3.000 tonnes

Source: Nos calculs à partir des données de l'entreprise

La gestion de ces déchets sera exposée dans la section suivante afin de juger de leur acuité ou de la nécessité d'actions à entreprendre. Il en est de même pour leurs impacts sur l'environnement et la santé publique qui feront l'objet d'autres analyses dans la suite de cette étude.

III.1.1.1.2- Les déchets liquides

TAN ALIZ rejette deux types de déchets liquides plus ou moins toxiques suivant leur nature et leur composition. Il s'agit :

- des eaux usées issues de son processus industriel (sa première source de pollution) auxquelles il faut ajouter une certaine quantité d'eau sale produite par les usages domestiques du personnel de l'usine. C'est environ 130.000 m³ d'eaux usées que la tannerie rejette chaque année sous forme d'effluents fortement chargés;
- des huiles usagées provenant des moteurs de véhicules, des installations industrielles et des équipements de la station de traitement des eaux usées. Le volume d'huiles usées rejetées annuellement par TAN ALIZ est d'environ 5 m³.

Comme nous l'avons dit un peu plus haut, les paramètres physiques, chimiques et organiques contenus dans les effluents de TAN ALIZ constituent, au même titre que les eaux usées et les huiles usagées, les autres types de déchets liquides que l'on peut évaluer en mg/l ou en tonne. Ainsi, en rapportant au volume global des eaux usées rejetées annuellement par l'usine, les différents niveaux de concentration de certaines caractéristiques telles que les matières organiques et minérales voire l'ensemble de ces matières en suspension sont donnés comme indiqués dans le tableau ci-après :

Tableau 3.2: Récapitulatif des déchets liquides par an

	Déchets produits	Vendus ou recyclés	déversés
- Eaux usées	130.000 m ³	0	130.000 m ³
- Huiles usées	5 m ³	0	5 m ³
- Matières en suspension	121 tonnes	77 tonnes	44 tonnes
- Matières oxydables	100 tonnes	33 tonnes	67 tonnes
- Matières minérales	91 tonnes	64 tonnes	25 tonnes
- Chrome	10 tonnes	8 tonnes	2 tonnes
- Azote	11 tonnes	9 tonnes	2 tonnes
- Sulfures	20 tonnes	12 tonnes	8 tonnes

Source: Nos calculs à partir des données de l'entreprise

Il faut dire que pour le commun des mortels, ce qu'on reproche à TAN ALIZ n'est rien d'autre que les odeurs qu'elle rejette mais la plupart de ces accusateurs ne savent pas d'où proviennent ces odeurs. Des eaux usées ou des déchets organiques et des boues de décantation? Peu importe l'origine mais ce qu'il faut retenir c'est que les odeurs ne prennent l'ampleur qu'à chaque fois que la vanne des effluents est ouverte pour le déversement dans le canal qui conduit au milieu récepteur. Pourtant, le chrome et autres restes des produits chimiques évacués avec les eaux usées sont plus dangereux pour l'homme et son environnement que les odeurs libérées par le sulfure d'hydrogène.

Dans tous les cas, la suite des analyses sur les coûts externes causés par les déchets industriels aux populations riveraines nous renseignera mieux.

III.1.1.1.3- Les déchets gazeux

Le processus industriel de l'usine dégage quelquefois des poussières issues soit des produits chimiques, soit de la manipulation des peaux. Mais, le rejet gazeux le plus significatif de la tannerie reste incontestablement le sulfure d'hydrogène qui se libère de ses eaux usées stockées dans la fosse de sédimentation ou dans le collecteur public qui les draine dans le milieu récepteur.

Comme nous l'avions souligné plus en haut, toute la technologie de l'usine fonction par un système électrique; ce qui exclut d'office l'émission de la fumée et d'une grande flamme. Cependant, avec des dispositifs performants, on pouvait aisément mesurer les différentes composantes des rejets gazeux émanant soit des eaux usées stockées dans la fosse de décantation ou de tout le processus de fabrication. A défaut de cette approche hautement scientifique, nous nous contentons d'une mesure purement qualitative sur la base des observations et d'appréciations faites *in situ*.

Ainsi, par cette méthode hypothético-déductive, les déchets gazeux susceptibles d'être rejetés par TAN ALIZ sont estimés comme l'indique le tableau ci-dessous:

Tableau 3.3: Récapitulatif des déchets gazeux par an

	Déchets produits	Vendus ou recyclés	déversés
- Dans l'usine	poussières	-	poussières
- Dans le bassin	sulfure d'hydrogène	-	sulfure d'hydrogène

Source: Déductions par observation

III.1.1.2- BRAKINA

III.1.1.2.1- Les déchets solides

Au cours de ses activités administratives comme dans son processus industriel, la BRAKINA rejette un certain nombre de déchets solides dont les uns sont qualifiés de déchets secs et les autres, de déchets humides. Le volume de tous les rejets solides de la BRAKINA s'élève à environ 6.000 tonnes.

Les déchets secs de l'entreprise (environ 1.000 tonnes/an) sont par exemple :

- les dérivés des fournitures de bureau;
- les divers emballages des matières premières et des consommables vidés de leur contenu tels que des sacs, des cartons, des bidons, des fûts, des glacières, des boîtes, des pots, des seaux, des caisses et des vieux casiers de boissons retournés à l'usine;
- les pièces usagées des machines et matériels roulants;
- une gamme de ferrailles, des vieux tuyaux et câbles, des morceaux de planches issus des palettes usées, des gadgets publicitaires, des étiquettes et du verre cassé.

Quant aux déchets humides de la BRAKINA, ils sont essentiellement constitués :

- des drêches (5.000 tonnes/an) issues du brassage de la bière;
- et des boues de sédimentation composées de diverses molécules retenues dans le bassin de décantation.

Tableau 3.4: Récapitulatif des déchets solides par an

	Déchets produits	Vendus ou recyclés	déversés
- Drêches	5.000 tonnes	5.000 tonnes	traces
- Verres cassés	500 tonnes	0	500 tonnes
- Emballages	500 tonnes	490 tonnes	10 tonnes
TOTAL	6.000 tonnes	5.490 tonnes	510 tonnes

Source: Nos calculs à partir des données de l'entreprise

Comme nous venons de voir pour le cas de TAN ALIZ, les déchets solides de la BRAKINA, bien que de diverses gammes, sont essentiellement constitués d'éléments facilement gérables si les responsables le veulent bien. La suite de l'étude nous dira de quelle façon ces déchets sont gérés à la Brasserie. En outre, il faut ajouter que malgré la tendance de ses activités qui va de plus en plus croissante, l'objectif de la BRAKINA est orienté vers la minimisation de la pollution par ses déchets grâce à la tentative de leur valorisation.

III.1.1.2.2- *Les déchets liquides*

C'est la catégorie la plus importante des déchets rejetés par la BRAKINA compte tenu de son volume et de ses interactions avec les autres eaux usées de la zone industrielle dans le milieu récepteur. En effet, pour fabriquer un litre de bière, il faut environ 8 litres d'eau⁸⁴.

Ainsi, pour une production annuelle de 400.000 hl de bière, il faut consommer 3.200.000 hl d'eau à laquelle s'ajoute la quantité d'eau nécessaire pour

⁸⁴ Voir Interview du Directeur Général de la BRAKINA, Monsieur J-M. GROSBOIS, au journal L'Observateur Paalga, septembre 1998.

la fabrication de 130.000 hl de boissons gazeuses, les usages domestiques du personnel et les autres activités de l'usine. C'est environ 600.000 m³ d'eau que la BRAKINA consomme chaque année dans ses activités. Si la grosse quantité de cette eau est utilisée dans le processus de production, une part non négligeable (environ 45%), à laquelle s'ajoute les eaux de divers usages, est déversée dans la nature.

Ces effluents contiennent outre les substances des drêches, des traces de produits chimiques tels que de la soude caustique, du chlore, du charbon actif, de l'acide sulfurique ou chlorhydrique, du fuel, etc.

Une analyse physico-chimique de ces eaux usées prélevées juste à la sortie du bassin de décantation donne un bilan de pollution dans lequel la concentration de certains paramètres comme les diverses matières (sèches, organiques et minérales) en suspension et celle des matières azotées traduisent le degré de pollution de l'entreprise. Il en est de même pour les demandes biochimiques dont les valeurs sont généralement au-dessus des normes recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) et l'Union Européenne (UE) voire de certains pays africains comme le Nigeria, l'Egypte et la Tunisie.

Quant aux traces des produits chimiques retrouvés dans l'effluent, ils sont essentiellement constitués des substances salées (sulfates, nitrates, carbonates, sodium, potassium, etc.) mais aussi du chlore, du phosphore et du fer. Comme nous l'avons souligné dans notre problématique, il apparaît ici que certains produits chimiques contenus dans l'effluent de la BRAKINA sont aussi dangereux pour l'homme et son environnement au même titre que ceux rejetés par TAN ALIZ.

L'usine dégage également des huiles usées issues soit de la chaîne de production, soit de ses services de maintenance. En effet, les compresseurs de la salle à machines consomment environ 24 fûts de 200 litres d'huile par an dont la moitié est rejetée comme huile usagée. En outre, les services de maintenance (y compris la chaîne d'embouteillage) vidangent chaque année approximativement 600 litres d'huiles usagées. En somme, le volume des huiles usées rejetées par l'usine au cours d'une année s'élève à environ 3m³. Cette quantité est certes très minime. Néanmoins si elle est mélangée au fuel qui sera brûlé dans les chaudières, cela éviterait des effets cumulatifs qui risquent d'être écotoxiques et cancérigènes.

Le tableau ci-dessus indique le récapitulatif des déchets liquides produits et rejetés chaque année par la BRAKINA.

Tableau 3.5: Récapitulatif des déchets liquides par an

	Déchets produits	Vendus ou recyclés	déversés
- Eaux usées	300.000 m ³	0	300.000 m ³
- Huiles usées	3 m ³	0	3 m ³
Matières en suspension	9 tonnes	5 tonnes	4 tonnes
- Matières oxydables	2 tonnes	0,5 tonne	1,5 tonnes
- Matières minérales	7 tonnes	0 tonne	7 tonnes
- Azote ammoniacal	8 tonnes	2 tonnes	6 tonnes
- Azote total	14 tonnes	4 tonnes	10 tonnes
- DCO	200 tonnes	32 tonnes	168 tonnes
- DBO ₅	100 tonnes	28 tonnes	72 tonnes

Source: Nos calculs à partir des données de l'entreprise

III.1.1.2.3- *Les déchets gazeux*

De par la nature de ses activités et à partir des observations empiriques, on déduit que la BRAKINA rejette dans l'air ambiant des déchets gazeux.

En effet, de ses cheminées, se dégagent plusieurs types de gaz tels que le gaz carbonique (CO_2), les sulfures (S^2), l'oxyde d'azote (NO_x), les hydrocarbures (HC) etc., libérés par ses chaudières (combustion du fuel). Il y a aussi des gaz issus des décompositions de ses matières et consommables se retrouvant dans le bassin, à ciel ouvert, pour la décantation. Au niveau des compresseurs frigorifiques, il peut accidentellement y avoir une fuite du gaz ammoniac capable de provoquer des irritations des yeux et des fosses nasales. Dans l'atelier de reproduction des casiers en polyéthylène, deux types de rejets sont nocifs; ce sont la vapeur des diluants mélangés à la peinture pour les impressions sur les emballages et les poussières dégagées du broyage des vieux casiers qui provoquent la toux, le rhume et même les maux des yeux, si les ouvriers oublient de se protéger. A la soudure, le décapant et l'enrobage de certaines baguettes causent des irritations aux soudeurs. Il en est de même pour l'effet cutané des rayons X sur l'organisme en cas de soudure argon si le soudeur n'est pas protégé par un tablier en cuir.

L'estimation du volume de ces rejets est difficile pour l'instant cependant, leur contribution au renforcement de l'effet de serre et à la détérioration de la couche d'ozone, dans une certaine mesure, est une évidence à long terme. Quant à leurs effets néfastes immédiats sur les ouvriers, des mesures de protection ont été prises pour chaque type de gaz.

Tableau 3.6: Récapitulatif des déchets gazeux par an

	Déchets produits	Vendus recyclés	déversés
- Des chaudières	CO, SO, NO, HC	-	CO, SO, NO, HC
- De la fermentation	CO, chaleur	CO ₂	CO, chaleur
- Des compresseurs	Ammoniac(possible)	-	Ammoniac(possible)
- De l'atelier de casiers	Poussière, diluants	-	Poussière, diluants
- A la soudure	Décapant, enrobage	-	Décapant, enrobage

Source: Dédutions par observation

III.1.1.3- ABATTOIR FRIGORIFIQUE DE OUAGADOUGOU

Les déchets de l'Abattoir Frigorifique de Ouagadougou, comme toutes les unités industrielles, peuvent être des rejets domestiques et des rejets industriels au sens propre du mot. Ils sont essentiellement liquides et solides mais, on ne peut se passer d'évoquer l'infime quantité de fumée qui se dégage de son foyer d'échaudage et des gaz qui sont libérés par la décomposition de ses matières organiques évacuées avec les eaux usées.

III.1.1.3.1- *Les déchets solides*

En 1997, le contenu des panses vidé à l'Abattoir s'élevait à presque 3.000 tonnes mais, vendues à presque 90% aux paysans qui répandent dans leurs champs comme du fumier. Les 10 %, soit 300 tonnes qui s'échappaient du ramassage pour se retrouver dans les eaux usées sont jetées dans la nature.

Toutes les cornes d'animaux abattus en 1997 étaient évaluées à environ 42 tonnes. A défaut du broyage pour une transformation, elles sont jetées comme déchets solides dans la nature. De temps à autres, certains paysans viennent les ramasser pour répandre dans leurs champs comme du fumier.

Il en est de même pour les 31 tonnes de sabots et de la tonne de poils des porcs jetés qui jonchent la cour de l'usine causant des odeurs fétides comme à la Tannerie.

De façon générale, il faut dire, et pour se répéter, que contrairement aux deux autres usines, l'AFO se présente comme une entité très sale à cause de ses déchets solides éparpillés dans toute la cour et même des ordures naturelles (tapis herbacé non nettoyé ni évacué de l'enceinte de l'usine) qui rendent le cadre invivable.

Tableau 3.7: Récapitulatif des déchets solides par an

	Déchets produits	Vendus recyclés	déversés
- Contenu de panse	3.000 tonnes	2.700 tonnes	300 tonnes
- Cornes	42 tonnes	-	42 tonnes
- Sabots	31 tonnes	-	31 tonnes
- Poils des porcs	1 tonne	-	1 tonne
TOTAL	3.074 tonnes	2.700 tonnes	374 tonnes

Source: Nos calculs à partir des données de l'entreprise

III.1.1.3.2- Les déchets liquides

Les 23.000 m³ d'eau consommée annuellement par l'usine sont pratiquement déversés après usage avec des matières organiques et des matières inertes évacuées comme saletés.

Pour l'année 1997, l'Abattoir a rejeté au total 467 tonnes de sang dont les 77 tonnes sont brûlées pour recueillir le caillot et en faire, avec la poudre d'os et des viandes insalubres, les aliments pour bétail tandis que les 390 tonnes sont déversées dans les eaux usées.

En outre, le service de maintenance de l'usine consomme du carburant et du lubrifiant dont le vidange laisse couler dans la nature en moyenne 0,1 m³ d'huiles usagées chaque année.

Tableau 3.8: Récapitulatif des déchets liquides par an

	Déchets produits	Vendus recyclés	déversés
- Eaux usées	23.000 m ³	-	23.000 m ³
- Huiles usagées	0,1 m ³	-	0,1 m ³
- Sang	467 tonnes	77 tonnes	390 tonnes
- Matières en suspension	23 tonnes	-	23 tonnes
- Azote total	16 tonnes	-	16 tonnes
- DCO	115 tonnes	-	115 tonnes
- DBO ₅	80 tonnes	-	80 tonnes

Source: Nos calculs à partir des données de l'entreprise

III.1.1.3.3- Les déchets gazeux

Ce sont les gaz dégagés de la combustion du bois de chauffe (CO₂) ou émanant de la congélation de la chambre de conservation (Fréon 22) ou encore des décompositions chimiques des matières organiques. Il faut noter que par manque d'instruments adéquats, nous n'avons pu mesurer la teneur probable de ces émissions gazeuses de l'abattoir dans l'atmosphère.

Tableau 3.9: Récapitulatifs des déchets gazeux probables par an

	Déchets produits	Vendus recyclés	déversés
- Des chaudières	gaz carbonique	-	gaz carbonique
- Des ch. froides	Fréon 22	-	Fréon 22

Source: Dédutions par observation

III.1.2- LA GESTION DES DECHETS DES TROIS UNITES INDUSTRIELLES

Nous venons de constater que toutes les trois unités industrielles retenues pour notre étude produisent, chacune à sa manière, des déchets solides, liquides et gazeux. Toutes les trois usines ont également, chacune selon ses moyens et ses objectifs, des techniques de gestion de ces déchets. Or, toute gestion de déchet par une quelconque entité engendre nécessairement des coûts financiers qui, s'ils ne sont pas internalisés, constituent une charge pour l'entreprise.

Cependant, il faut aussi se dire que gérer les déchets n'implique pas forcément investir de l'argent pour les détruire. En effet, des déchets produits par une usine, il y en a qu'on peut recycler en vue d'une réutilisation dans le processus industriel mais, il y en a aussi qu'on peut utiliser en l'état dans diverses activités socio-économiques. Que ces déchets soient recyclés ou vendus en l'état, l'important est de retenir qu'une gestion rationnelle de tout déchet industriel est toujours porteuse de rendements croissants à l'échelle ou plus simplement, elle apporte des gains supplémentaires à l'entreprise.

Mais pourquoi les entreprises de la zone industrielle de Kossodo refusent-elles de recycler leurs déchets en vue de réaliser des économies d'échelle? La réponse qui paraît la plus évidente est que la plupart des déchets produits par ces industries sont difficiles à recycler sinon, leur recyclage nécessite des investissements très coûteux par rapport aux gains supplémentaires que génèrent ces déchets. De plus, l'internalisation des coûts de pollutions industrielles reste encore un phénomène peu connu du public burkinabè, et toute tentative de

répercussion des dépenses environnementales dans les prix de vente des produits déjà existants sur le marché comporte un très grand risque pour les entrepreneurs.

Dans tous les cas, le choix entre le recyclage des déchets et leur traitement préalable avant déversement dans le milieu récepteur demeure le résultat du coût d'opportunité.

Pour ce qui concerne la présente étude, on remarquera par la suite que ce sont TAN ALIZ et l'AFO qui investissent plus dans leur lutte contre la pollution malgré le maigre gain supplémentaire apporté voire, aucune recette générée par leurs déchets. Pourtant, la BRAKINA qui fait d'énormes recettes avec ses déchets investit très peu (comparaison faite entre ses gains générés par les déchets et ses coûts de dépollution). Ceci peut s'expliquer par le fait que certaines industries se sentent directement concernées par le problème de pollution de la zone tandis que d'autres pensent qu'elles sont peu ou prou concernées par la question.

Ainsi, l'exposé ci-dessous nous présentera les différents modes de gestion des déchets et le coût global de dépollution pour une année au niveau de chaque unité industrielle.

III.1.2.1- TAN ALIZ

III.1.2.1.1- *Le mode de traitement des déchets*

Le traitement des déchets industriels de TAN ALIZ est essentiellement physico-chimique et concerne surtout ses déchets liquides avec une certaine attention portée sur les déchets solides.

En effet, tout au long du tannage, les diverses chutes de poils, de pellicules et les autres résidus solides sont, au fur et à mesure, évacués par les manœuvres et stockés dans un bac à boues. L'effluent qui sort de l'usine en provenance des coudreuses ou des foulons contient encore beaucoup de morceaux de poils, de pellicules, de chairs et de peaux. Cet effluent traverse un dégrilleur qui a pour but de retenir à travers ses grilles les déchets solides. Tous les déchets qui n'auront pas été retenus pendant le dégrillage seront éliminés au tamisage qui est un dégrillage plus poussé avec des mailles plus fines que celles du dégrilleur.

L'ensemble de ces résidus issus de l'effluent est stocké et séché avant d'être enlevé par la Voirie, à défaut de leur traitement sur place.

Le traitement physique a pour but de réduire le volume des matières sèches, organiques et décantables tandis que le traitement chimique, le plus important d'ailleurs, vise à éliminer les traces des sulfures et du chrome dans l'effluent et qui constituent la principale source de pollution et nuisance de TAN ALIZ. A l'entrée du bassin de stockage, le bain de tannage est aspergé du chlorure ferrique qui, non seulement agit sur les sulfures pour éliminer le sulfure d'hydrogène, auteur des

odeurs putrides, mais également favorise la précipitation du chrome, premier responsable des pollutions de la tannerie. Le trop plein du premier bassin se déverse dans un second, équipé des cloisons, où une aération est opérée pour réduire les DCO et DBO.

L'eau qui sort de ce bassin, assez limpide, peu toxique et, normalement, dépourvue d'odeurs est donc déversée dans le milieu récepteur. Malheureusement, lorsqu'elle entre en contact avec les effluents d'autres usines ou se mélange aux eaux usées domestiques, cette eau résiduaire de la tannerie retrouve tout son potentiel toxicologique car, les traces de sulfure et même du chrome resurgissent, avec les mêmes odeurs.

III.1.2.1.2- *Le Coût de dépollution*

Connaissant les quantités nécessaires de produits chimiques pour éliminer les polluants contenus dans les effluents, on peut facilement dégager le montant total des fonds qu'il faut pour un traitement efficace des pollutions et nuisances de TAN ALIZ. Ainsi, nous considérons comme éléments de ces coûts, les charges suivantes:

- les dépenses relatives à l'achat des produits chimiques pour l'élimination des sulfures et la précipitation du chrome, seuls produits toxiques par hypothèse;
- les coûts d'enlèvement des boues et autres déchets solides par la Voirie de Ouagadougou et/ou par les ouvriers et manœuvres permanents, temporaires et occasionnels recrutés spécialement pour le traitement des effluents;
- la part de la consommation de l'énergie électrique de l'entreprise qui revient à l'ensemble du processus de traitement des rejets de la société;

- la dotation aux amortissements de tous les investissements spécifiques à la lutte contre les pollutions et nuisances.

Nous estimerons successivement les coûts des produits chimiques utilisés dans le traitement des eaux résiduaires, les coûts d'enlèvement des boues et des déchets solides, les frais d'électricité relatifs à l'épuration des effluents et enfin, l'annuité de l'amortissement des équipements destinés à la lutte contre les pollutions et nuisances.

Estimation du coût total de produit chimique: En partant de l'hypothèse que seuls les sulfures et le chrome sont les produits chimiques générateurs des pollutions et nuisances à TAN ALIZ et qu'une dose de chlorure ferrique nécessaire à l'élimination des sulfures permet également de précipiter la totalité du chrome, un exercice de système métrique et d'arithmétique peut aboutir à l'obtention du coût total de chlorure ferrique.

Les sulfures dont il est ici question proviennent du sulfure de sodium et du métabisulfate de sodium dont les consommations annuelles varient respectivement entre 300 et 360 tonnes par an et 20 et 25 tonnes par an, soit en moyenne 330 tonnes et 22,5 tonnes pour 240 jours de production dans l'année. On sait que «dans 240,18 grammes de sulfure de sodium, on a 32 grammes de sulfures et dans 190,10 grammes de métabisulfite de sodium, on a 64 grammes de sulfures»⁸⁵. Ainsi, en procédant aux conversions, on obtient respectivement 43,967 tonnes de sulfures provenant du sulfure de sodium et 7,575 tonnes de sulfures produites par le

⁸⁵ Ce sont les correspondances utilisées par le Laboratoire Génie Sanitaire de l'EIER pour ses traitements d'eaux usées.

métabisulfite de sodium; ce qui donne un total de 51,542 tonnes de sulfures consommés et supposés contenus en intégralité dans le bain de tannage.

Par ailleurs, on sait aussi que pour 1 gramme de sulfures contenus dans un effluent, il faut 10 grammes de chlorure ferrique pour une élimination complète⁸⁶. Ainsi, pour les 51,542 tonnes de sulfures, il faut 515,42 tonnes de chlorure ferrique pour une épuration efficace; soit 515.420 kilogrammes de chlorure ferrique nécessaire au traitement.

Or, le coût de revient moyen d'un kilogramme de chlorure ferrique est de 500 FCFA. Ce qui donne pour les 515.420 kilogrammes de chlorure ferrique nécessaire au traitement des sulfures un coût de 257.710.000 FCFA. Pourtant, en 1996, le coût total du chlore utilisé pour réduire l'hydrogène libéré par les sulfures était de 103.084.000 FCFA; soit un investissement supplémentaire de 154.622.600 FCFA pour l'amélioration du traitement chimique du bain de tannage. Cette tendance à la hausse s'est maintenue en 1998 et même en 1999 bien que la technique de traitement soit restée la même. Malgré l'accroissement continu de ces charges, l'objectif fixé par l'entreprise n'est jusqu'à présent pas encore atteint.

Estimation du coût total d'enlèvement des boues: Pour l'année 1996, TAN ALIZ a bénéficié de quatre prestations de la Voirie de Ouagadougou relatives à l'enlèvement des boues et autres levées de bacs à ordures à l'usine, soit une levée par trimestre. Le coût global de ces services extérieurs montait à 2.616.000 FCFA. Les cinq ouvriers permanents chargés du traitement des eaux usées de l'usine ont perçu au total une masse salariale de 2.387.145 FCFA pour l'exercice 1996. Il faut

⁸⁶ Dosage réellement utilisé par les services techniques de TAN ALIZ

aussi ajouter que 300 manœuvres temporaires et occasionnels ont été employés, au cours de l'année 1996, pour décanter les fosses de sédimentation tous les 15 jours et évacuer les déchets solides provenant des chutes de peaux et du processus de traitement physique. Leurs appointements s'élèvent à 7.182.500 FCFA.

Tout compte fait, TAN ALIZ a dépensé une somme de 12.185.645 FCFA pour le traitement physique de son effluent en 1996. Mais, avec les nouvelles installations en 1997, la quantité des boues déposées au fond des bassins de sédimentation devenait très élevée du fait de la quasi-totalité de précipitation du chrome, des matières décantables, organiques et en suspension. Les services technique et comptable ont estimé ces coûts à environ 30.500.000 FCFA.

Estimation du coût d'énergie électrique: En 1996, la consommation mensuelle d'électricité pour l'ensemble de l'activité de l'usine montait en moyenne à 2.873.000 FCFA, soit 34.476.000 FCFA l'année. Le service technique de la société, en tenant compte de l'intensité de la production mais, aussi des fréquences de traitement, a estimé à 25% la part de consommation d'énergie électrique qui revenait à l'épuration des eaux usées; soit la somme de 8.600.000 FCFA pour l'exercice 1996. Toujours, compte tenu des nouvelles méthodes d'épuration des eaux résiduaires, ces frais d'électricité se sont vus, eux aussi, doublés en valeur; Ce qui a porté le montant total des consommations d'électricité relatives au traitement des eaux résiduaires à 17.200.000 FCFA pour 1997.

Estimation des dotations aux amortissements: Si on exclut les derniers équipements acquis en 1999, les installations d'épuration des effluents de TAN ALIZ comprennent le dégrilleur, le tamis, les bacs à boues, les bassins de

sédimentation, des aérateurs et autres matériels de manipulation. Le coût total d'acquisition de ces équipements monte à 300.000.000 FCFA. Etant donné les natures disparates de ces investissements, le service comptable de l'entreprise a jugé nécessaire de les amortir linéairement de façon globale au taux de 10%; ce qui donne une annuité de 30.000.000 FCFA.

En récapitulatif, le montant total des fonds nécessaires à injecter dans le traitement des effluents de TAN ALIZ pour l'année 1997 est de 335.410.000 FCFA. Or en 1996, il n'était que de 153.869.645 FCFA; soit un écart de 181.540.355 FCFA.

Le tableau ci-dessous nous donne l'état récapitulatif des dépenses de lutte contre les pollutions et nuisances de TAN ALIZ en 1996 et en 1997, avec les écarts relatifs à chaque rubrique.

Tableau 3.10: Récapitulatif des dépenses environnementales réalisées (FCFA)

	1996	1997	ECARTS
Produits chimiques	103.084.000	257.710.000	154.626.000
Enlèvement des boues	12.185.645	30.500.000	18.278.470
Frais d'électricité	8.600.000	17.200.000	8.619.000
Dotation aux amortissements	30.000.000	30.000.000	0
TOTAL	153.869.645	335.410.000	181.540.355

Source: Nos calculs à partir des données comptables et techniques de l'entreprise

De 154.000.000 FCFA en 1996, les dépenses environnementales de TAN ALIZ sont passées à 335.000.000 FCFA en 1997; soit un peu plus du double de l'année précédente et en 1999, ces dépenses sont prévues pour atteindre environ 500.000.000 FCFA. Or, quand on sait qu'il est difficile d'internaliser ces coûts, le problème menace sa survie.

Pour remédier à cela, il lui faudra revoir ses techniques de production (moins polluantes) ou aménager son mode de traitement (moins coûteux).

III.1.2.2- BRAKINA

III.1.2.2.1- Le mode de traitement des déchets

Contrairement aux deux autres usines, la BRAKINA gère à la fois ses déchets solides, liquides et gazeux. Elle recycle certains de ses déchets pour les réutiliser dans son processus industriel mais vend également la quasi-totalité de ses déchets solides aux employés. Ce qui lui rapporte chaque année un gain supplémentaire très important. Cependant, il est malheureux de constater que l'usine ne dispose d'aucun équipement adéquat pour le traitement de ses déchets.

En effet, les rejets de fournitures de bureau, les étiquettes, les brisures de bouteilles, certains emballages non réutilisables sont entassés dans un enclos (poubelle) construit à l'intérieur de l'usine pour être enlevés dès que la poubelle est remplie (pratiquement tous les jours) par le service d'entretien de la société qui les déverse dans les décharges publiques prévues par la mairie de Ouagadougou en commun accord avec le Ministère de l'Environnement et de l'Eau.

La quasi-totalité des emballages vides (98%) et les morceaux de planches sont vendus à un prix dérisoire, par la société, aux employés qui s'en serviront à d'autres fins. Ces enchères procurent à l'entreprise un gain supplémentaire d'environ 2.000.000 FCFA pour les 2 ventes par mois; soit 24.000.000 FCFA par an. Les pièces de machines non recyclables et des carcasses d'engins sont vendues également aux forgerons; ce qui rapporte à la société une somme d'environ 1.000.000 FCFA par an.

Quant aux vieux casiers, ils sont recyclés à 100% par l'entreprise mais néanmoins, le recyclage laisse tomber quelques petits morceaux de matières plastiques qui sont entassés dans la poubelle avec les autres déchets non recyclables. Le coût moyen de recyclage d'un casier étant de 1.700 FCFA contre son coût moyen unitaire de production avec de la matière vierge de 2.200 FCFA, le recyclage de casiers de la BRAKINA lui procure un gain supplémentaire de 500 FCFA par casier. Or, la société recycle annuellement en moyenne 200.000 casiers; c'est donc un gain supplémentaire de 100.000.000 FCFA qu'elle réalise par an.

Les drêches, quant à elles, sont immédiatement vendues aux éleveurs qui viennent les chercher à la sortie de l'usine. Pour les 5.000 tonnes de drêches produites par an et pratiquement vendues en intégralité, la société tire une économie supplémentaire d'environ 13.000.000 FCFA par mois, soit 156.000.000 FCFA pour une année. Il faut toutefois relever qu'actuellement, une certaine quantité s'échappe au moment de la livraison pour se retrouver dans le bac de décantation à cause d'une déficience du dispositif d'évacuation.

La société récupère également de ses chaudières et de ses tanks de fermentation du gaz carbonique qu'elle traite et consomme dans la préparation de ses boissons gazeuses au lieu d'acheter ce gaz à un autre fournisseur. Cette alternative lui procure une économie financière d'environ 160.000.000 FCFA par an.

De même, les eaux issues de tout le processus de production sont reversées dans une station de traitement où elles sont traitées et réinjectées dans le circuit. Ceci réduit ses factures de l'ONEA à concurrence de 9.000.000 FCFA par an. Toutes les eaux non reversées dans la station de traitement pour être réinjectées dans le circuit industriel sont stockées dans un bassin de décantation construit par l'entreprise pour le traitement de ses eaux usées. Ces eaux de lavage contiennent une certaine quantité de drêche issue du trop plein des véhicules chargeant ces déchets.

Le traitement de ces eaux basiques (présence de la soude caustique) se fait à l'aide d'une correction acide (acide chlorhydrique, acide sulfurique) pour ramener le pH à un niveau tolérable avant leur déversement. En outre, les ferments (levure) contenus dans l'effluent provoquent une certaine fermentation, laquelle attaque les traces des produits chimiques. Le séjour de ces eaux dans le bac permet aux grosses molécules de se précipiter. Après sédimentation, les eaux filtrées sont déversées par une canalisation dans la nature tandis que les sédiments sont enlevés, séchés et jetés dans les décharges publiques. La boue de décantation est purgée pour être répandue dans les champs et jardins.

En somme, la BRAKINA fait une économie moyenne générée par ses déchets de 450.000.000 FCFA au cours d'une année dont les 181.000.000 FCFA constituent une recette liquide produite par la vente de ses déchets.

Tableau 3.11: Gains générés par les déchets en un an

Eléments	Valeurs
- Emballages vides	24.000.000 FCFA
- Vieilles pièces de rechanges	1.000.000 FCFA
- Drêches	156.000.000 FCFA
TOTAL RECETTES LIQUIDES	181.000.000 FCFA
- Casiers recyclés	100.000.000 FCFA
- Gaz carbonique recyclé	160.000.000 FCFA
- Eaux traitées	9.000.000 FCFA
TOTAL DU GAIN SUPPLEMENT.	450.000.000 FCFA

Source: Nos calculs à partir des données comptables et techniques de l'entreprise

III.1.2.2.- Le Coût de dépollution

Les éléments de ce coût sont respectivement les dépenses relatives à l'achat des produits chimiques pour le traitement des déchets liquides, les coûts d'enlèvement des boues de décantation, les charges assignées aux déversements des saletés dans les décharges publiques et l'amortissement des installations de traitement des déchets.

La quantité des produits chimiques (acides et autres) nécessaire à la neutralisation des effluents, à l'élimination de certains effets indésirables et à la maintenance des équipements engendre un coût total estimé à 12.000.000 FCFA par an. L'enlèvement des boues se fait par un service extérieur à l'entreprise au

rythme de 8 levées de bacs par trimestre pour un coût unitaire de 16.000 FCFA. Ce qui revient à 512.000 FCFA l'année. Les dépenses relatives aux déversements des cassures de bouteilles et autres saletés dans les décharges publiques sont composées du salaire des 2 chauffeurs, du coût du carburant et du lubrifiant, de l'amortissement du véhicule. Ces dépenses s'élèvent à environ 5.000.000 FCFA par an. Les installations de traitement des déchets de la BRAKINA sont constituées du bassin de sédimentation, des dégrilleurs, des bacs à boues et autres équipements. L'amortissement global des ces immobilisations et leur entretien donne une annuité de 6.000.000 FCFA.

Au total, c'est une somme estimée à 23.512.000 FCFA que la BRAKINA dépense chaque année pour le traitement de ses déchets solides et gazeux.

Tableau 3.12: Coûts générés par les déchets en un an

Eléments	Valeurs
- Produits chimiques	12.000.000 FCFA
- Enlèvement des boues	512.000 FCFA
- Décharges publiques	5.000.000 FCFA
Amortissement des équipements	6.000.000 FCFA
TOTAL	23.512.000 FCFA

Source: Nos calculs à partir des données comptables et techniques de l'entreprise

La première impression que doit se faire tout observateur non averti est que les déchets industriels de la BRAKINA sont beaucoup plus des sous-produits qu'ils ne sont des rébus.

En effet, même si les 450.000.000 FCFA que lui rapportent chaque année la vente et le recyclage de ses déchets ne représente qu'une faible proportion dans ses 30 milliards de chiffre d'affaires annuel, son montant peut susciter une réaction en quiconque voudra observer ses efforts de dépollution. En comparant ce montant aux dépenses engagées par TAN ALIZ pour dépolluer ses eaux résiduaires, on pourrait croire qu'avec une certaine volonté réelle, la BRAKINA serait la première usine de Kossodo qui devrait mieux gérer ses déchets sans subir d'importantes charges d'exploitation courantes. Malheureusement, on remarque qu'elle n'investit qu'à peine le cinquième de cette recette fortuite.

III.1.2.3- ABATTOIR FRIGORIFIQUE DE OUAGADOUGOU

III.1.2.3.1- Le mode de traitement des déchets

Le traitement des déchets solides de l'AFO consiste essentiellement au broyage des os, des cornes, des sabots et des viandes d'animaux malades et saisies pour la destruction dont la farine est mélangée au caillot du sang brûlé pour la fabrication d'aliments pour bétail. Mais, depuis quelques mois, le centre d'équarrissage ne fonctionne plus (panne et obsolescence des équipements) et ces déchets solides jonchent l'enceinte de l'abattoir à la merci de certains paysans qui, de temps à autre, viennent les chercher pour répandre dans leurs champs comme du fumier (amendement organique).

Le contenu des panses (la bouse surtout), lui, continue d'être vendu aux cultivateurs dont la demande, pour l'instant, excède l'offre.

L'abattoir dispose d'une fosse munie d'un filtre (qui ne fonctionne plus) pour la décantation de ses eaux usées. Ainsi, toutes les eaux à usage industriel comme domestique de l'entreprise sont drainées dans ce bassin où une décantation se fait de manière naturelle (aucun produit chimique ni un dispositif quelconque ne facilitent la sédimentation). L'eau qui sort du bassin, renfermant des substances organiques, végétales et autres détritiques de l'usine, se jette dans le collecteur public qui longe l'axe Ouagadougou-Ziniaré pour rejoindre les autres effluents de la zone industrielle avant de se déverser dans le milieu récepteur.

La vente de ces déchets procure à l'abattoir une économie supplémentaire qui se chiffre à environ 330.000 FCFA par an et répartie comme suit:

Tableau 3.13: Gains générés par les déchets en un an

Sous produits	Valeur
- Aliments pour bétail	120.000 FCFA
- Fumier	210.000 FCFA
TOTAL	330.000 FCFA

Source: Nos calculs à partir des données comptables et techniques de l'entreprise

III.1.2.3.2- Le Coût de dépollution

Depuis que les installations de l'usine sont tombées en désuétude, on ne peut plus parler d'un véritable traitement de déchets qui puisse engendrer des coûts financiers.

Le bois de chauffe nécessaire à l'équarrissage du sang et à l'incinération des viandes dangereuses coûte à l'entreprise environ 1.800.000 FCFA par an. Pour

assainir ses locaux, l'abattoir paie des désinfectants dont le coût moyen annuel s'élève à 500.000 FCFA. Enfin, la société emploie des manœuvres pour le balayage de sa cour et l'évacuation de ses déchets issus du processus de production dont le traitement annuel monte à 700.000 FCFA.

En somme, l'AFO dépense chaque année environ 3.000.000 FCFA pour l'amélioration de ses impacts sur l'environnement.

Tableau 3.14: Coûts générés par les déchets en un an

Elément	Valeur
- Bois de chauffe	1.800.000 FCFA
- Manœuvres	700.000 FCFA
- Désinfectants	500.000 FCFA
TOTAL	3.000.000 FCFA

Source: Nos calculs à partir des données comptables et techniques de l'entreprise

Nous venons de passer en revue les différents types de déchets produits par la tannerie, la brasserie et l'abattoir. Les différents récapitulatifs ont révélé que toutes les trois usines sont polluantes et nuisantes (à des degrés différents bien entendu). Il est également ressorti que chacune des trois unités industrielles gère ses déchets malgré une nette différence entre les performances des technologies utilisées. Mais, le plus important n'est pas de connaître le volume ou le type de déchet produit. Moins encore, rien ne sert si on n'arrive pas à appréhender les avantages et les coûts sociaux que la production ou la gestion des déchets industriels créent aux populations riveraine ou à la collectivité nationale. C'est l'objet de l'analyse qui suit.

III.2- ANALYSE DES AVANTAGES ET DES COUTS SOCIAUX GENERES PAR LES DECHETS DES TROIS UNITES INDUSTRIELLES

III.2.1- LES AVANTAGES SOCIAUX GENERES PAR LES DECHETS DES TROIS USINES

III.2.1.1- TAN ALIZ

Il faut tout de suite noter que de l'ensemble des déchets produits par TAN ALIZ, aucun ne génère un avantage qu'on pourrait considérer comme effet externe positif aussi bien pour les populations riveraines que pour la vie socioéconomique du pays. Au contraire, et compte tenu de la toxicité des produits chimiques utilisés dans le processus industriel, les rejets de cette tannerie ne sont que source de menaces sinon, un danger permanent pour l'Homme et son environnement.

Cependant, il faut aussi relever que l'existence même de l'usine et la réalisation de ses activités sont sources d'externalités positives non négligeables dont les bénéficiaires sont à la fois les populations riveraines et la collectivité tout entière.

Parlant des avantages sociaux créés par les activités de TAN ALIZ d'une manière générale, on peut retenir, pour ce qui concerne le commerce extérieur, que son offre étant quasiment destinée au marché international, les recettes d'exportations qu'elle réalise chaque année - en moyenne 1.500.000.000 FCFA - constituent une contribution non négligeable à l'amélioration de la balance des paiements du Burkina Faso.

Au niveau des recettes budgétaires, l'Etat perçoit chaque année de l'entreprise une somme de 10.000.000 FCFA dont 5.500.000 FCFA au titre des charges fiscales, 3.200.000 FCFA de frais des douanes et 1.300.000 FCFA des cotisations sociales.

Ses factures d'eau et d'électricité, pour une année, montent respectivement à 3.000.000 FCFA pour l'ONEA et à 3.500.000 FCFA pour la SONABEL.

Les articles de protection au service du personnel procure à un certain nombre d'entreprises de la place une somme de 10.000.000 FCFA par an dont 7.000.000 FCFA concernent l'habillement des ouvriers acheté à FASO FANI, avec un effet d'entraînement positif sur la SOFITEX qui approvisionne celle-ci en fibres de coton.

Concernant son apport au développement du système bancaire, on remarque que TAN ALIZ a ses comptes ouverts auprès de 2 banques de la place (BIB et BICIA-B). Eu égard au volume des transactions bancaires qu'elle opère par jour, les commissions et autres agios prélevés sur ses comptes s'élèvent à 6.000.000 de FCFA par an. Ce qui est donc non négligeable pour le fonctionnement du système bancaire du pays.

Les déchets solides de la société (même si on pense toujours qu'ils sont toxiques), comme les autres saletés de la ville, ont permis de boucher un certain nombre de fossés occasionnés par des travaux d'intérêt public tels que la construction des cités et des routes. Si à court terme, ce service apparaît comme un

avantage social, à terme, c'est un danger aussi bien pour les populations que pour l'écosystème.

S'agissant de la réduction du chômage et donc de la création de l'emploi, la tannerie embauche de manière permanente une centaine de personnes, la plupart des nationaux. Ce qui représente 1,3% des 8.000 emplois créés par le secteur industriel au Burkina Faso. Cet emploi engendre une masse salariale annuelle moyenne d'environ 1.000.000.000 FCFA. A cela, il faut ajouter les centaines d'emplois temporaires pour la main-d'œuvre de manutention qui coûtent à l'entreprise à peu près 500.000.000 FCFA par an et le développement du petit commerce aux alentours de l'usine qui constitue l'auto-emploi induit par TAN ALIZ aux populations riveraines procurant aux promoteurs un revenu annuel de presque 200.000.000 FCFA l'an.

III.2.1.2- BRAKINA

Contrairement à TAN ALIZ, la BRAKINA est une unité industrielle qui génère des avantages sociaux aussi bien de par ses activités d'une manière générale et en particulier, grâce à la production de ses déchets. Si les effets externes positifs générés par l'existence de la société sont facilement quantifiables, ceux procurés par ses déchets sont plus qualitatifs que quantitatifs. Toutefois, les évoquer dans les avantages sociaux de façon globale permettra de faire une appréciation de la situation et partant, proposer des axes de solutions.

Du point de vue du commerce extérieur, même si les biens produits par la société ne font pas l'objet des exportations (exception faite des eaux minérales), le

fait que son offre sur le marché national réponde à la demande locale limite ainsi les importations des boissons. Le montant de ces importations qui peut être estimé à concurrence du chiffre d'affaires de l'entreprise s'élève à 30.000.000.000 FCFA par an. C'est donc là la contribution de la BRAKINA à l'amélioration de la balance des paiements du Burkina Faso et du coup, elle résout en partie le problème de la dépendance du pays vis-à-vis de la Côte-d'Ivoire qui jadis était son seul fournisseur en bières et boissons gazeuses.

Au niveau des recettes budgétaires, l'Etat perçoit chaque année de l'entreprise une somme de 4.700.000.000 FCFA, dont 3.300.000.000 FCFA au titre des charges fiscales, 1.310.000.000 FCFA de frais des douanes et 90.000.000 FCFA des cotisations sociales.

Quant au renforcement des relations intra-branches industrielles, il faut noter que la BRAKINA est à l'heure actuelle le plus grand client de la SOSUCO et des GMB. Les consommations annuelles du sucre acheté à la SOSUCO et du maïs fourni par les GMB se chiffrent respectivement à 965.000.000 FCFA et 562.000.000 FCFA.

Ses factures d'eau et d'électricité, pour une année, montent respectivement à 231.000.000 FCFA pour l'ONEA et à 700.000.000 FCFA pour la SONABEL.

Les articles de protection au service du personnel procure à un certain nombre d'entreprises de la place une somme de 15.000.000 FCFA par an dont 5.000.000 FCFA concernent l'habillement des ouvriers acheté à FASO FANI, avec un effet d'entraînement positif sur la SOFITEX qui approvisionne celle-ci en fibres

de coton. Pour compléter sa capacité de conditionnement, l'entreprise sollicite les services de FASO PLAST pour la fabrication de ses casiers, en lui fournissant de la matière brute. Cette transaction procure à ladite société une recette annuelle de 102.000.000 FCFA.

En outre, la BRAKINA fournit gratuitement à la SONACAB ses verres cassés qui lui servent de consommations intermédiaires pour la fabrication des carreaux. Cette externalité positive procure à la SONACAB un gain d'opportunité d'environ 1.500.000 FCFA par an. A cette liste, on pourrait ajouter bien d'autres unités industrielles dont les échanges inter-branches avec la BRAKINA sont relativement importants.

Sur le plan des relations intersectorielles, on peut relever la contribution de la BRAKINA dans le développement de l'agriculture et de l'élevage. En effet, la valorisation de certaines matières premières locales telles que le maïs utilisé (en appoint et non en substitution au malt) comme produit de base pour la fabrication des boissons alcoolisées a permis d'accroître la demande de ce produit agricole sur le marché national.

Par ailleurs, une enquête auprès d'un échantillon de maraîchers a permis de déceler que les eaux déversées par la BRAKINA, si elles ne se mélangent pas aux autres effluents de la zone industrielle, accroît le rendement de leurs activités à concurrence de 1.000.000 FCFA chaque année. La même enquête diligentée auprès des éleveurs d'animaux domestiques a montré que les drêches de la société réduisent leurs coûts de pâturage et augmentent la productivité laitière de leur bétail dont l'évaluation avoisine les 500.000 FCFA par an.

Concernant son apport au développement du système bancaire, on remarque que la BRAKINA a ses comptes ouverts dans 4 banques de la place (BIB, BICIA-B, BOA et SGBB). Eu égard au volume des transactions bancaires qu'elle opère par jour, les commissions et autres agios prélevés sur ses comptes s'élèvent à 14.000.000 FCFA par an. Ce qui est donc non négligeable pour le fonctionnement du système bancaire du pays.

Les déchets solides de la société, comme les autres saletés de la ville, ont permis de boucher un certain nombre de fossés occasionnés par des travaux d'intérêt public. A ce niveau également, il faut situer cette appréciation dans le court terme car à terme, ce service risque de devenir un danger pour l'Homme et son environnement.

Parlant de la réduction du chômage et donc de la création de l'emploi, la BRAKINA embauche de manière permanente 350 personnes, la plupart des nationaux. Ce qui représente 4,5% des 8.000 emplois créés par le secteur industriel au Burkina Faso. A cela, il faut ajouter les centaines d'emplois temporaires pour la main-d'œuvre de manutention et le développement du petit commerce aux alentours de l'usine qui constitue l'auto-emploi induit par la BRAKINA aux populations riveraines. A ce sujet, 90% des 50 personnes enquêtées (manœuvres, dolotières, tabliers, tenancières de cafétéria et gargotes) se déclarent satisfaites de la société.

III.2.1.3- ABATTOIR FRIGORIFIQUE DE OUAGADOUGOU

En dehors de certains avantages que les cultivateurs et les maraîchers déclarent avoir tirés des déchets d'animaux, des sabots et des cornes, utilisés comme fumier ou des eaux usées de l'abattoir (sans contact avec celles de la tannerie) mais aussi, des aliments pour bétail et volaille que certains éleveurs paient moins chers à l'abattoir, les déchets de l'AFO ne sont véritablement pas sources d'effets externes positifs aussi bien pour les populations riveraines que pour l'économie nationale.

Cependant, de par ses activités industrielles et commerciales, l'entreprise crée assez d'externalités positives à l'endroit de toute la collectivité nationale.

La création de l'abattoir a permis de limiter au maximum les abattages anarchiques et clandestins d'animaux de boucherie et de charcuterie sur le territoire de la commune de Ouagadougou. Ceci constitue donc un avantage socio-sanitaire.

Quant au renforcement des relations intra-branches industrielles, l'AFO permet à la tannerie TAN ALIZ de s'approvisionner facilement et massivement en peaux sur place à Ouagadougou (70%) au lieu de les collecter sur tout le territoire Burkinabè. En outre, malgré les difficultés qu'elle éprouve dans le paiement de ses factures, la société est comptée parmi les gros clients de l'ONEA et de la SONABEL.

S'agissant des relations intersectorielles, l'entreprise contribue au développement de l'élevage et l'agriculture grâce aux intérêts alimentaires (pour le bétail) et fertilisants (les sols) de certains de ses déchets.

L'abattoir participe également au développement des comptes nationaux en raison de ses charges fiscales et sociales d'une part, et d'autre part au fonctionnement du système bancaire à cause des agios qu'il verse régulièrement aux banques.

Enfin, la société contribue aussi significativement à la réduction du chômage par l'emploi de 100 personnes de manière permanente et de l'auto-emploi pour environ 200 personnes (au cours d'une année) qui développent des activités socio-économiques dans l'informel (petit commerce aux environnants, prestations de services à l'intérieur de l'usine ou aux alentours, etc.).

III.2.1.4- RECAPITULATIF DES AVANTAGES SOCIAUX POUR LES TROIS UNITES INDUSTRIELLES

En récapitulatif, on peut retenir essentiellement que les avantages sociaux générés par les activités de ces trois usines se résument en leur contribution à l'amélioration de la balance des paiements, au renforcement des finances publiques, au développement des activités économiques et socioéconomiques.

Puisque ces agrégats sont évalués au niveau national, il serait judicieux de les ramener au niveau de la répartition des bénéfices sociaux par habitant et particulièrement au niveau de la population de Ouagadougou, directement concernée par ces unités industrielles à cause de leur proximité. Concernant les avantages sociaux liés à la production des déchets de ces trois unités industrielles, il y a lieu de rapporter tous les bénéfices externes aux 4 secteurs, proches de la zone industrielle de Kossodo et retenus pour la présente étude.

La population du Burkina Faso est de onze millions (11.000.000) d'habitants dont environ un million (1.000.000) se retrouve dans la seule ville de Ouagadougou; soit 9% de la population totale⁸⁷. La capitale étant répartie en 30 secteurs, toutes choses égales par ailleurs, on estime en moyenne à 33.000 habitants par secteur.

Or, les 4 secteurs retenus pour la présente étude sont soit dans la zone périphérique, soit des nouveaux quartiers en construction mais également des vieux quartiers avec une population à forte densité pour des raisons

⁸⁷ INSD, Recensement de la population et de l'habitat, 1996.

socioéconomiques et socioculturelles. D'après le recensement administratif mené par la Commune de Nôngr'-Maâsom en mars 1998, la population totale de ces 4 secteurs s'élève à environ 63.000 habitants soit une moyenne de 15.750 individus par secteur. Ce qui représente 6% des habitants de Ouagadougou et 0,6% de la population totale du Burkina Faso.

Nous distinguerons dans les tableaux qui suivent d'une part, les avantages sociaux générés de façon générale par les activités des trois unités industrielles de ceux procurés exclusivement par la production de leurs déchets et d'autre part, les avantages qui vont à la collectivité nationale de ceux qui s'adressent directement aux populations riveraines (les 4 secteurs retenus) de la zone industrielle de Kossodo.

Tableau 3.15: Avantages sociaux générés par les activités des 3 usines

Nature des avantages	Montant	Observations
Amélioration de la balance des paiements Dont Ouagadougou Et populations riveraines	31.627.000.000 2.846.430.000 221.389.000	Dont 95% proviennent de la BRAKINA, 4,6% de TAN ALIZ et 0,4% pour l'AFO.
Accroissement des recettes budgétaires Dont Ouagadougou Et populations riveraines	4.713.000.000 424.170.000 67.330.000	Dont 99,7% proviennent de la BRAKINA, 0,24% de TAN ALIZ et 0,06% pour l'AFO.
Renforcement des relations intersectorielles et intra-branches Dont Ouagadougou Et populations riveraines	3.600.000.000 324.000.000 25.200.000	Dont 85% proviennent de la BRAKINA, 12,6% de TAN ALIZ et 2,4% pour l'AFO.
TOTAL Dont Ouagadougou Et populations riveraines	42.440.000.000 3.819.600.000 297.080.000	Dont 92% proviennent de la BRAKINA, 6,3% de TAN ALIZ et 1,7% pour l'AFO.

Source: Nos calculs à partir des données des entreprises.

Tableau 3.16: Avantages sociaux générés par les déchets des 3 usines

Nature des avantages	Montant	Observations
Rendement des activités agricoles et maraîchères	1.000.000	Dont 92% proviennent de la BRAKINA et 8% pour l'AFO.
Rendement des activités pastorales	500.000	Dont 99% proviennent de la BRAKINA et 1% pour l'AFO.
Renforcement des relations intra-branches industrielles	1.500.000	Dont 100% proviennent de la BRAKINA .
TOTAL	3.000.000	Dont 97% proviennent de la BRAKINA et 3% pour l'AFO.

Source: Nos calculs à partir des données des entreprises.

Ces avantages sociaux aussi bien générés par l'ensemble des activités des unités industrielles que par la production de leurs déchets sont à mettre en parallèle avec les différents coûts externes que subissent la collectivité nationale et en particulier les populations riveraines de la zone industrielle de Kossodo.

III.2.2- LES COÛTS SOCIAUX GÉNÉRÉS PAR LES DÉCHETS DES TROIS USINES

III.2.2.1- TAN ALIZ

Les eaux résiduaires de TAN ALIZ contiennent des quantités très importantes de polluants chimiques plus ou moins toxiques.

Le sulfure d'hydrogène qu'elles libèrent est un véritable danger pour la santé humaine. Il constitue une gêne pour la respiration à cause de son odeur nauséabonde d'œuf pourri lorsque la concentration est faible mais, à plus de 280 mg/l il agit sur la respiration pulmonaire et cause des troubles digestifs et peut même causer la mort si la concentration dépasse 500 mg/l.

Quant au chrome, la toxicité ne fait plus de doute. Absorbé, le chrome hexavalent peut provoquer des troubles gastro-intestinaux et des collapsus circulatoires pouvant conduire à une mort brutale. Au niveau des végétaux, le chrome peut affecter le métabolisme des plantes et avoir des effets cumulés.⁸⁸ Heureusement, le chrome hexavalent est transformé en chrome trivalent, moins toxique que le premier, par les techniques de traitement de TAN ALIZ.

Les coûts externes générés par TAN ALIZ étant indissociables de ceux des autres unités industrielles de la zone, leur quantification se fera de façon globale dans le récapitulatif qui sera exposé après l'exposé des coûts sociaux de chacune des trois usines.

⁸⁸ OMS, Evaluation rapide des services de pollution de l'air, de l'eau et du sol, Genève, 1982.

III.2.2.2- BRAKINA

La BRAKINA en tant qu'unité industrielle n'échappe pas à ce triste constat selon lequel toute usine, dans ses activités, pollue l'environnement. Un examen de ses eaux résiduaires au laboratoire de génie sanitaire de l'EIER permet de juger du degré de pollution de ses rejets liquides.

En effet, dans les 300.000 m³ d'eaux usées que l'usine rejette chaque année, on y trouve des charges telles que les matières sèches, organiques, minérales, en suspension, qui rendent le milieu récepteur trouble et contribuent ainsi au freinage du bon écoulement du marigot où se jettent les effluents de la zone industrielle de Kossodo. Cette situation accentue également les odeurs libérées par les matières organiques rejetées par la tannerie et l'abattoir.

Les matières azotées (au total 16.000 tonnes par an) contenues dans les effluents de la Brasserie se mélangent aux traces des autres produits chimiques des effluents, et par réactions chimiques, ces composés peuvent avoir des effets écotoxiques (sur les sols) voire, biotoxiques (sur les plantes et les poissons).

Les DBO et les DCO données par le bilan de pollutions de la BRAKINA sont de loin inférieures à celles de la tannerie et de l'abattoir (voir les résultats d'analyse physico-chimique à l'annexe). Mais quand on les compare aux normes internationales, celles-ci demeurent toutefois au-dessus du seuil de tolérance.

On peut retenir que pour les eaux usées déversées dans un collecteur public, l'OMS recommande aux unités industrielles un seuil de tolérance de 1.000 mg/l et

350 mg/l respectivement pour la DCO et la DBO tandis que l'UE ne tolère ces concentrations qu'à des niveaux ne dépassant pas respectivement 800 mg/l et 200 mg/l. La France et la Tunisie qui ont des expériences remarquables en matière de gestion des eaux usées fixent leurs normes respectivement à 2.000 mg/l et 600 mg/l pour la première et 1.500 mg/l et 700 mg/l pour la seconde. Or, dans un échantillon d'eaux usées prélevé à TAN ALIZ et analysé au laboratoire de Génie Sanitaire de l'EIER, le bilan de pollutions fait apparaître des concentrations de 3750 mg/l pour la DCO et 3.500 mg/l pour la DBO. Le même exercice a donné pour la BRAKINA un résultat de 2.800 mg/l et 1.200 mg/l pour ces deux paramètres. Sachant que les demandes biochimiques dépendent essentiellement des matières organiques contenues dans un effluent, il va sans dire que la concentration de ces deux caractéristiques sera encore plus importante (surtout pour la DBO) dans les eaux usées de l'abattoir.

Quant aux effets néfastes probables des ses rejets solides, une visite sur le site des décharges publiques a permis de constater qu'à l'heure actuelle il ne se manifeste aucun danger pour la végétation. Cependant, une analyse scientifique des sols et plantes ayant subi une infiltration des substances de ces déchets jugerait mieux des externalités à long terme.

Les rejets gazeux de la BRAKINA, à l'heure actuelle, ne font pas encore partie des gaz considérés comme dangereux pour la couche d'ozone (CFC, CH₄, etc.). Cependant, la difficulté de leur mesure pour une stratégie d'éventuel traitement est un danger à long terme par suite d'effets cumulés.

III.2.2.3- ABATTOIR FRIGORIFIQUE DE OUAGADOUGOU

Les 23.000 m³ d'eaux usées contenant diverses substances que l'AFO déverse chaque année dans la nature suivant le collecteur de tous les effluents de la zone industrielle de Kossodo sont au même titre que les autres effluents industriels, une source de pollutions et nuisances soit par elles-mêmes, soit par leur contamination par les rejets d'autres entités.

Partant de cette appréhension, il est attribué à l'entreprise les problèmes de pollution de l'air, des eaux et des sols par les industries de Kossodo dont sont victimes les riverains. On cite souvent le cas des puits pollués et abandonnés, les odeurs occasionnant la fermeture de certains bars et restaurants situés non loin de l'AFO et TAN ALIZ, etc. Les jardiniers se plaignent également de l'attaque de leurs plantes par les substances contenues dans les eaux déversées par les usines. Il en est de même pour la diminution des poissons qu'ils ont l'habitude de pêcher dans le bas-fond récepteur.

III.2.2.4- RECAPITULATIF DES COUTS SOCIAUX POUR LES TROIS UNITES INDUSTRIELLES

D'une manière générale, sur les 200 ménages que nous avons enquêtés, 136 (72%) considèrent l'abattoir comme l'un des gros pollueurs de la zone industrielle (selon eux) que sont TAN ALIZ (100%) et BRAKINA (60%). Chacune de ces unités se remarque, selon les cas, qui en pollution des eaux usées, qui en matière des rejets solides, et qui autre dans la pollution gazeuse. Dans tous les cas, il est objectivement très difficile d'attribuer tel type de pollution à telle ou telle autre usine compte tenu du fait qu'autant, les effluents de ces usines se rencontrent, autant leurs émanations se mélangent avant d'atteindre le milieu récepteur.

Ainsi, sur les 200 ménages riverains que nous avons interrogés au cours de notre enquête, 35 déclarent que les briques fabriquées aux abords du marigot récepteur sont trop toxiques car non seulement elles adhèrent difficilement aux enduits tels que le crépissage au ciment, le badigeonnage à la chaux ou à la peinture mais, elles rongent les éléments d'échantéité comme les tôles, les pointes et même les planches. C'est donc environ 18% des ménages enquêtés qui mettent ainsi en évidence la pollution des sols par les eaux résiduaires des unités industrielles de Kossodo.

En termes chiffrés, ces populations estiment avoir subi un dommage matériel d'environ 50.000 FCFA par personne; soit 1.750.000 FCFA pour l'ensemble des 35 personnes. La population de Ouagadougou étant estimée à 1.000.000 habitants (1999) répartis dans 30 secteurs; soit en moyenne 33.000 personnes par secteur, si on suppose, toutes choses égales par ailleurs, que 18% des 80.000 habitants des 4

secteurs retenus dans l'échantillon subissent les mêmes dommages, le coût externe global s'élèverait à environ 720.000.000 FCFA.

Ces populations (42%) déplorent également la diminution vertigineuse des quantités de poissons pêchés dans ledit marigot et vont jusqu'à témoigner de la mort des chiens ayant mangé ces poissons extraits du marigot. Ce qui donne un coût social global estimé à environ 1.000.000.000 FCFA.

Les cas de certaines maladies telles que les dermatoses dont sont victimes 12% des jardiniers après une intense utilisation de l'eau du marigot et qui engendrent des frais de santé estimés à 450.000.000 FCFA. De même, le rembourrage du marigot par les différentes matières (sèches et organiques) causant une reproduction massive des moustiques (68% des répondants) dont les conséquences sont le paludisme qui génère des soins médicaux qui s'élèvent à plus de 2.250.000.000 FCFA.

On peut également noter les attaques des plantes maraîchères pour lesquelles 30% des répondants estiment avoir perdu une bagatelle de 350.000.000 FCFA correspondant aux pertes de rendement.

Sous réserve d'une vérification médicale et scientifique approfondie, tout ceci constitue les déterminants de la pollution des eaux de surface par les effluents de ces trois usines.

Pour ce qui est de la pollution des nappes phréatiques, un seul exemple revient fréquemment; il s'agit du forage creusé à proximité du marigot et qui a dû

être fermé aussitôt parce que l'eau a perdu sa saveur naturelle. Beaucoup des personnes interrogées déplorent également la fermeture ou la mauvaise qualité buvable de leurs puits à cause des infiltrations des eaux usées de la zone industrielle de Kossodo. Tout ceci engendre un coût social moyen d'environ 100.000.000 FCFA.

Mais, le cas le plus criard est la pollution de l'air dont les indicateurs sont non seulement les odeurs dégagées par le sulfure d'hydrogène (100% des répondants), mais aussi le ballonnement de ventre (40% des répondants) et les irritations des yeux (8% des répondants) dus à l'absorption d'une certaine dose de produits chimiques rejetés, pour la plupart, par la tannerie, dont sont victimes ces populations riveraines. En somme, les populations victimes pensent que les dommages causés par ces odeurs peuvent se chiffrer à environ 2.500.000.000 FCFA, rien que pour les soins médicaux.

Certains habitants de Kossodo ont déclaré avoir abandonné leurs maisons depuis la construction pour aller louer d'autres habitations loin de la zone industrielle. La raison avancée est que leurs enfants refusent d'aller à l'école en passant devant TAN ALIZ à cause des odeurs. En outre, élèves comme travailleurs trouvent que le fait de faire un détour de la zone polluée en passant par les secteurs 27 ou 28 pour rejoindre leur lieu de travail ou leur établissement scolaire est source de consommation supplémentaire de carburant, accélère l'amortissement de leur matériel de transport et les expose involontairement au risque d'accidents de circulation. Ces populations estiment à environ 2.000.000.000 FCFA ces dommages externes.

Là aussi, nous mettons ces déclarations sous réserve car si l'odeur peut sans conteste être imputée à la tannerie, toutes les substances toxiques contenues dans l'air ambiant et qui sont susceptibles de provoquer les maladies ci-dessus citées méritent une analyse scientifique approfondie avant de dégager les responsabilités.

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des coûts sociaux causés par les trois unités industrielles de Kossodo.

Tableau 3.17: Coûts sociaux générés par les déchets des 3 usines

Nature des coûts	Montant	Observations
Pollution des sols	720.000.000	Dont 75% proviennent de TAN ALIZ, 22% de AFO et 3% de BRAKINA
Pollution des eaux de surface	4.050.000.000	Dont 75% proviennent de TAN ALIZ, 22% de AFO et 3% de BRAKINA
Pollution des eaux souterraines	100.000.000	Dont 80% proviennent de TAN ALIZ, 16% de AFO et 4% de BRAKINA
Pollution de l'air	2.500.000.000	Dont 70% proviennent de TAN ALIZ, 25% de AFO et 5% de BRAKINA
TOTAL	7.370.000.000	Dont 75% proviennent de TAN ALIZ, 17% de AFO et 13% de BRAKINA

Source: Nos calculs à partir des données d'enquête.

D'une manière générale, les activités des trois unités industrielles procurent aux populations riveraines des avantages sociaux évalués à 297.080.000 FCFA auxquels il faut ajouter les 3.000.000 FCFA exclusivement générés par la

production de leurs déchets que les populations riveraines utilisent dans leurs différentes activités socio-économiques. C'est environ un gain social de 300.000.000 FCFA que les habitants des 4 secteurs environnants de la zone industrielle de Kossodo tirent de TAN ALIZ, de la BRAKINA et de l'AFO.

En rapportant ces avantages externes au niveau de l'ensemble des unités industrielles de Kossodo, on peut estimer, toutes choses égales par ailleurs, à presque 1.000.000.000 FCFA ce que ces usines génèrent à la population riveraine en dehors de leurs objectifs. Cela paraît d'autant plus important lorsqu'on évalue cette opportunité au niveau de toute la population de Ouagadougou et mieux encore si l'on fait une extension sur l'ensemble du territoire national.

Cependant, il faut noter que cette externalité positive créée par les unités industrielles de Kossodo est à mettre en parallèle avec les coûts externes que subissent les populations riveraines et partant, celles de toute la ville de Ouagadougou, voire au niveau de tout le Burkina Faso.

Nous avons montré dans les analyses précédentes que la création ou l'implantation d'une unité industrielle est susceptible d'occasionner aussi bien des avantages sociaux que des coûts sociaux. Si les avantages sociaux de façon générale peuvent s'apprécier et même s'évaluer en termes chiffrés à travers les évolutions d'agrégats macro-économiques et de justifications micro-économiques, les impacts négatifs de l'existence de ces usines sont beaucoup plus qualitatifs que quantitatifs.

Toutefois, en estimant les usages alternatifs des ressources naturelles ou artificielles entre les populations riveraines et les unités industrielles, on pourrait arriver à déterminer ou à évaluer les dommages que ces usines causent à la communauté de par leur existence. Ces effets externes négatifs s'évaluent plus facilement si on circonscrit le problèmes au niveau des dégâts causés à l'Homme et à son environnement par la production et la mauvaise gestion de leurs déchets.

D'ailleurs, rien que pour les trois usines retenues pour la présente étude, l'analyse statistique a fait ressortir un coût externe global de 7.370.000.000 FCFA pour les populations riveraines. Un petit exercice d'arithmétique peut renseigner de l'ampleur de ces dommages pour l'ensemble de la ville de Ouagadougou et partant, du Burkina Faso en général.

Une comparaison entre ces coûts sociaux générés par les déchets industriels de TAN ALIZ, de la BRAKINA et de l'AFO (7.370.000.000 FCFA) et les avantages sociaux exclusivement procurés par ces déchets (3.000.000 FCFA) et même si on y ajoute les autres avantages généraux ($300.080.000 = 297.080.000 + 3.000.000$ FCFA), se passe de commentaires.

Mais, il faut tout de suite préciser que cette comparaison s'améliore au fur et mesure que l'on s'approche du cadre macro-économique. En d'autres termes, si les coûts externes sont importants pour les populations riveraines, il est d'autant plus normal qu'en raisonnant au niveau de toute la ville de Ouagadougou, leur acuité doit sensiblement diminuer et mieux encore si on les répartit au niveau du territoire national.

C'est pourquoi, il serait imprudent d'affirmer, à partir de cette simple comparaison que les trois unités industrielles sont plutôt nuisibles pour la collectivité qu'elles ne lui procure des avantages sociaux. Toutefois, en faisant la restriction au niveau de la zone industrielle de Kossodo, il y a lieu de dire que les coûts externes dépassent largement les avantages externes. D'où, l'internalisation de ces coûts s'avère nécessaire.

Cette internalisation des coûts de pollutions industrielles, comme nous l'avions précisée dans la méthodologie de cette étude et exposé dans le cadre opératoire, se fait à travers l'utilisation des instruments économiques de politique environnementale. C'est ainsi que nous verrons dans le chapitre qui suit, les taxes et redevances de pollutions et le consentement à payer des populations riveraines telles que les moyens de régulation permettant aux pollueurs de réduire leurs effets polluants et les indicateurs d'attachement des pollués à la question environnementale.

Chapitre 4

**INTERNALISATION DES COÛTS EXTERNES
CAUSES PAR LES DECHETS INDUSTRIELS**

IV.1- TAXES ET REDEVANCES DE POLLUTION COMME INSTRUMENT ECONOMIQUE DE POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE

Nous avons retenu, pour cette étude, l'application des taxes et redevances de pollution comme instrument de politique environnementale que nous adaptons au cas des trois unités industrielles considérées comme les plus gros pollueurs de la zone industrielle de Kossodo. Ce choix se justifie par le fait que l'analyse comparative des avantages sociaux et des coûts sociaux générés, aussi bien par l'existence des unités industrielles que par la production de leurs déchets, a montré que les effets externes négatifs l'emportent sur les externalités positives (surtout pour ce qui concerne exclusivement les déchets). Dans ce cas, c'est la régulation répressive qui est conseillée et non la méthode incitative.

Sachant que l'appréhension précise des déchets gazeux est difficile à cause de l'absence d'instruments de mesure, il faut noter que cette catégorie de déchets est exclue de notre démarche d'application des taxes et redevances de pollution. Par ailleurs, partant de l'hypothèse que les déchets solides sont moins dangereux pour l'instant (hormis ceux de TAN ALIZ qui sont d'ailleurs infimes et évacués sur les décharges publiques, loin de la ville), nous n'appliquerons les taxes et redevances de pollution qu'aux polluants contenus dans les déchets liquides.

Ces taxes et redevances sont appliquées par imposition d'un barème forfaitaire sur la base des assiettes et taux fixés par le "VIe Programme d'intervention" quinquennal (1992-1996) de la France dont nous avons fait état auparavant.

Les polluants, ainsi que leur assiette respective, proviennent de la base taxable proposée par l'Agence française de l'eau et nous avons extrait ce qui est disponible dans les bilans de pollution des trois unités industrielles retenues pour la présente étude. Quant aux taux des redevances, nous avons converti les taux de cette Agence du franc français au franc CFA en tenant compte des modifications intervenues après la dévaluation du FCFA en janvier 1994. Il faut, par ailleurs, noter que pour diverses raisons, nous avons majoré nous-mêmes certains taux correspondant à des paramètres que nous estimons faiblement taxés par l'Agence française de l'eau.

Toutefois, il faut retenir que ces polluants reflètent la réalité de nos unités industrielles, en particulier celles de la zone industrielle de Kossodo.

En effet, en entrant dans l'enceinte de certaines usines (l'Abattoir surtout), on se croit être dans une décharge publique et non dans une "industrie alimentaire" à cause de l'absence totale de salubrité pendant certaines périodes de l'année. Ce qui fait qu'au moindre coup de vent, les différentes matières en suspension se retrouvent dans le bassin de stockage des eaux résiduaires empêchant un bon écoulement de ces eaux vers le collecteur public et puis, elles favorisent la prolifération des moustiques avec les conséquences sur la santé de l'Homme.

Les matières organiques qui proviennent soit de ces ordures, soit du processus industriel, mais mal nettoyées, élèvent les demandes biologique et chimique en oxygène dans les eaux résiduaires qui font monter ou baisser le pH et donc modifient le milieu aquatique.

Les matières minérales (tous les ions provenant des sels et acides) sont également sources de modification de la conductivité électrique et de la température des effluents. Il en est de même pour les matières azotées dont la forte teneur dans les eaux usées troublent non seulement le milieu aquatique mais est à la fois nuisible pour les eaux de surface, les nappes souterraines, la végétation et les sols sans oublier les pluies acides qu'elles peuvent provoquer en cas de forte concentration dans l'atmosphère.

Quant aux produits chimiques, il faut dire que pour l'instant, il est difficile de les classer en substances inhibitrices et en produits autorisés à l'importation. Dans l'ensemble, tous les produits officiellement déclarés et utilisés dans les processus industriels des trois usines que nous avons retenues sont légalement autorisés et consignés dans les cahiers de charges élaborés par la Commission nationale des investissements.

Mais la difficulté réside d'une part, dans le suivi de l'exécution de ces cahiers de charges pour contrôler le respect des normes d'utilisation et d'autre part, le paradoxe causé par les impacts frappants de leurs rejets sur l'environnement et sur la santé publique. C'est dans ce cadre que nous avons estimé que toute trace de produit chimique apparaissant dans le résultat d'une analyse physico-chimique doit être considérée comme dangereuse sous réserve de vérification scientifique appropriée. Dans ce cas, leur taux de taxes et redevances doit être suffisamment élevé (100.000 FCFA par Kg déversé pour notre cas).

Il faut également préciser que la taxe ne couvre pas l'ensemble des déchets déversés (en terme de volume de rejet) mais plutôt, elle s'impose à l'excédent du volume de rejet estimé acceptable, en tenant compte d'un certain seuil de tolérance.

En effet, si l'on disposait des normes en matière de déversements industriels, chaque type de rejet devait obéir à un certain seuil de tolérance au-delà duquel le pollueur devait arbitrer entre dépolluer ou payer les redevances. A défaut de cet instrument de régulation propre au Burkina Faso, nous nous contenterons de faire recours aux normes internationales ou des pays de référence et même, par des estimations plus ou moins semblables à la réalité du cadre d'étude.

Ainsi, pour chaque paramètre retenu, on compare sa valeur, c'est-à-dire son niveau de concentration dans l'effluent, à la valeur moyenne de tolérance de l'OMS, de l'UE, de la France et surtout des trois pays africains les plus avancés en matière de lutte contre la pollution industrielle dont la Tunisie, l'Egypte et le Nigeria. Si l'écart entre la valeur de ce paramètre et la valeur moyenne des 6 seuils de tolérance ci-dessus cités est très grand, c'est la différence avec le seuil tunisien (pour être proche de la réalité) qui donne le niveau de pollution supplémentaire auquel il faudra appliquer la taxe ou redevance de pollution.

IV.1.1- EVALUATION DES TAXES ET REDEVANCES DE POLLUTION POUR CHACUNE DES TROIS USINES

IV.1.1.1- TAN ALIZ

Les analyses physico-chimique et microbiologique des échantillons d'eaux usées prélevés, successivement en mai 1997 et en juillet 1998, à la sortie de la station de traitement de TAN ALIZ, c'est-à-dire à l'entrée du collecteur public, ont donné les résultats que nous avons convertis en volume annuel de déversement (voir Annexe) dans le tableau ci-dessous:

Tableau 4.1: Comparaison des paramètres de pollution (mg/l)

Paramètre ⁸⁹	Valeur	Norme OMS	Norme UE	Norme France	Norme Tunisie	Norme Egypte	Norme Nigeria	Ecart taxable
M. O.	6.700	800	500	1.000	2.000	2.000	1.000	4.700
M. M.	2.500	500	500	1.000	1.000	1.200	1.500	1.500
M. E. S.	4.400	700	400	1.500	2.000	4.000	2.000	2.400
DCO	4.500	1.000	800	2.000	1.500	1.700	1.500	3.000
DBO ₅	1.500	350	200	600	700	1.000	800	800
NTK	2.000	5	3	150	200	300	350	1800
Cr	2.000	0,5	0	10	100	200	90	1.900
S ²⁻	4.000	0,5	0	20	100	500	200	3.900

Source: Nos calculs à partir des résultats d'analyse.

Notons que les abréviations et formules des paramètres ci-dessus désignent respectivement les matières oxydables, matières minérales, matières en suspension, les demandes chimique et biologique en oxygène, l'azote total, le chrome total et

les sulfures. En taxant exclusivement ces paramètres de pollutions, nous espérons donner tout juste un signal aux promoteurs pour attirer leur attention sur les éventuelles écotaxes; ce qui est loin d'être exhaustif lorsque les normes de déversement propres au Burkina Faso seront adoptées.

En pondérant ces valeurs aux taux appliqués par l'étude ci-dessus annoncée, on a, toutes choses égales par ailleurs, le montant de redevances annuelles pour chaque polluant et pour l'ensemble du bilan de pollution dans le tableau ci-dessous:

Tableau 4.2: Calcul des redevances de pollution de TAN ALIZ (en FCFA)

Polluants	Valeurs	Assiettes	Taux	Montant
Matières organiques	4.700	F/Kg	40.000	188.000.000
Matières minérales	1.500	F/Kg	70.000	105.000.000
Matières en suspension	2.400	F/Kg	30.000	72.000.000
DCO	3.000	F/Kg	50.000	150.000.000
DBO₅	800	F/Kg	50.000	40.000.000
Azote total	1800	F/Kg	80.000	144.000.000
Chrome total	1.900	F/Kg	100.000	190.000.000
Sulfures	3.900	F/Kg	100.000	390.000.000
TOTAL				3.071.000.000

Source : Calculs personnels à partir des données de l'entreprise et des taux français.

De ce tableau, il ressort qu'en cas d'application des taxes et redevances de pollution à TAN ALIZ, l'entreprise devrait payer, en moyenne, pour une année (en se référant aux données de 1997 et 1998), la somme de 3.071.000.000 FCFA.

⁸⁹ Pour la définition de ces abréviations, voir la page suivante.

Or, les prévisions des dépenses nécessaires à l'épuration de ses pollutions que nous avons faites pour l'année 1999 montaient à environ 500.000.000 FCFA; soit l'équivalent de 1/6 du montant total des taxes et redevances de pollution. Il est donc opportun pour la Tannerie de chercher à épurer ses effluents que de se faire taxer.

Mais le problème se situe à deux niveaux: d'un côté, on se demande si les estimations de taxation que nous venons de voir sont-elles convenables eu égard aux arrangements que nous avons effectués pour parvenir à adapter les assiettes et taux français aux valeurs de TAN ALIZ d'une part, et d'autre part à l'arrimage des valeurs de la tannerie à celles des normes en vigueur en Tunisie.

Qu'il s'agisse du cas de TAN ALIZ comme de ceux des deux autres unités industrielles voire pour l'ensemble de la zone de Kossodo, ces taxations ne sont qu'à titre indicatif. Cependant, nous restons convaincu que le montant actuel de ces écotaxes est loin d'être à la hauteur, moins encore au-dessus des valeurs réelles des mesures répressives.

IV.1.1.2- BRAKINA

Les analyses physico-chimique et microbiologique des échantillons d'eaux usées prélevés, successivement les 26 et 31 octobre 1998, à la sortie du bassin de stockage de la BRAKINA, ont donné les résultats suivants:

Tableau 4.3: Comparaison des paramètres de pollution (mg/l)

Paramètre	Valeur	Norme OMS	Norme UE	Norme France	Norme Tunisie	Norme Egypte	Norme Nigeria	Ecart taxable
M. O.	150	800	500	1.000	2.000	2.000	1.000	-
M. M.	1.700	500	500	1.000	1.000	1.200	1.500	700
M. E. S.	1.400	700	400	1.500	2.000	4.000	2.000	-
DCO	2.500	1.000	800	2.000	1.500	1.700	1.500	500
DBO ₅	1.000	350	200	600	700	1.000	800	300
NTK	1.400	5	3	150	200	300	350	1.200
Produits chimiques	3.000	0,5	0	20	1.500	2.000	1.700	1.500

Source: Nos calculs à partir des résultats d'analyse.

On remarque bien ici que dans l'ensemble, le bilan de pollution de TAN ALIZ est largement au-dessus de celui de la BRAKINA. Cette situation s'explique par le fait que la Brasserie n'utilise pas les mêmes produits ou consommables que la Tannerie.

Tableau 4.4: Calcul des redevances de pollution de BRAKINA (en FCFA)

Polluants	Valeurs	Assiettes	Taux	Montant
Matières organiques	-	F/Kg	40.000	-
Matières minérales	700	F/Kg	70.000	49.000.000
Matières en suspension	-	F/Kg	30.000	-
DCO	500	F/Kg	50.000	25.000.000
DBO ₅	300	F/Kg	50.000	15.000.000
Azote total	1.200	F/Kg	80.000	96.000.000
Produits chimiques	1.500	F/Kg	100.000	150.000.000
TOTAL				335.000.000

Source : Calculs personnels à partir des données de l'entreprise et des taux français.

En cas d'application des taxes et redevances de pollution à la BRAKINA, l'entreprise devrait payer, en moyenne, pour une année (en se référant aux données de 1998), la somme de 335.000.000 FCFA.

Ce montant correspond, à environ 75% du gain supplémentaire de 450.000.000 FCFA que la Brasserie réalise chaque année en moyenne par la vente et le recyclage de ses déchets. Ce qui suppose que l'entreprise peut, soit sacrifier ce gain hors exploitation au bénéfice des effets externes négatifs de ses activités, soit continuer dans ses efforts de dépollution en améliorant ses dispositifs d'épuration d'eaux usées.

IV.1.1.3- ABATTOIR FRIGORIFIQUE DE OUAGADOUGOU

L'analyse microbiologique d'un échantillon d'eaux usées prélevé, en août 1998, à la sortie du bassin de stockage de l'AFO, a donné ces résultats:

Tableau 4.5: Comparaison des paramètres de pollution (mg/l)

Paramètre	Valeur	Norme OMS	Norme UE	Norme France	Norme Tunisie	Ecart taxable
Matières organiques	9.000	800	500	1.000	2.000	7.000
Matières minérales	-	500	500	1.000	1.000	-
Matières en suspension	2.300	700	400	1.500	2.000	300
DCO	7.500	1.000	800	2.000	1.500	6.000
DBO₅	4.000	350	200	600	700	3.300
Azote total	1.600	5	3	150	200	1.400

Source: Nos calculs à partir des résultats d'analyse.

Tableau 4.6: Calcul des redevances de pollution de l'AFO (en FCFA)

Polluants	Valeurs	Assiettes	Taux	Montant
Matières organiques	7.000	F/Kg	40.000	280.000.000
Matières minérales	-	F/Kg	70.000	-
Matières en suspension	300	F/Kg	30.000	9.000.000
DCO	6.000	F/Kg	50.000	300.000.000
DBO ₅	3.300	F/Kg	50.000	165.000.000
Azote total	1.400	F/Kg	80.000	112.000.000
TOTAL				866.000.000

Source : Calculs personnels à partir des données de l'entreprise et des taux français.

L'application des taxes et redevances de pollution à l'AFO l'amènerait à payer, en moyenne, pour une année (en se référant aux données de 1998), la somme de 866.000.000 FCFA.

Entreprise à capitaux publics et dont les résultats sont chroniquement déficitaires depuis plus d'une dizaine d'années, il est irrationnel de lui appliquer une telle mesure. Cependant, dans le cadre d'un programme global de protection de l'environnement, l'Etat doit lui apporter une subvention nécessaire à l'épuration de ses eaux usées.

IV.1.2- RECAPITULATIF DES TAXES ET REDEVANCES DE POLLUTION DES TROIS USINES

Nous avons justifié le choix des trois usines par le fait qu'elles sont considérées comme les plus gros pollueurs de la zone industrielle de Kossodo. Ce qui s'est confirmé par les résultats d'enquête menée auprès des populations riveraines qui, à tort ou à raison, imputent la quasi-totalité des pollutions et nuisances de cette zone à ces trois usines avec comme tête de pont TAN ALIZ.

Sur cette base, mais aussi suite aux visites que nous avons effectuées, durant notre période de stage, dans quelques unités industrielles de Kossodo non comprises dans notre échantillon, nous avons estimé que 70% des rejets de cette zone reviennent à ces trois unités retenues et que les autres unités doivent se partager les 30% restants. Et si nous suivons cette logique, l'Etat pourrait espérer taxer les autres unités industrielles de la zone en vue de collecter à peu près la moitié de ce que TAN ALIZ, la BRAKINA et l'AFO devaient lui verser en une année.

Ainsi, si le montant total des taxes et redevances que ces trois unités doivent payer s'élevait à 4.272.000.000 FCFA, toutes choses égales par ailleurs, la recette fiscale sur les déchets industriels de la zone de Kossodo attendue serait d'environ 6.000.000.000 FCFA. Toute chose qui est non négligeable pour encourager la création des "écotaxes" dans le but de lancer sinon, de soutenir les différents programmes de protection de l'environnement.

Tableau 4.7: Calcul des redevances de pollution des trois usines (FCFA)

Usine	TAN ALIZ	BRAKINA	ABATTOIR	TOTAL
Montant	3.071.000.000	335.000.000	866.000.000	4.272.000.000

Source: Calculs personnels à partir des données des entreprises et des taux français.

Et pourtant, les taxes et redevances de pollution que nous venons d'évaluer ne concernent qu'une seule catégorie de déchets industriels. Si les autorités publiques parvenaient à maîtriser les mesures exactes des déchets gazeux et si elles arrivent à fixer des taux et assiettes pour taxer les déchets solides et gazeux, il est évident que le fruit de cette imposition ne sera pas loin de 10.000.000.000 FCFA par an, rien que pour la trentaine d'usines de Kossodo.

La réflexion est d'autant plus intéressante encore si on fait une extension sur la soixantaine d'entreprises industrielles établies à Ouagadougou et pourquoi pas sur toute la centaine répartie sur l'ensemble du territoire burkinabè.

Cependant, cette "opportunité budgétaire" ne doit pas occulter les conséquences sur les activités voire la survie même de ces unités industrielles. En effet, à l'heure où le mouvement de mondialisation traverse nos petites économies avec son corollaire, la libéralisation des échanges internationaux doublée de la création d'un marché commun au sein de certains ensembles intégrés, toute politique économique mérite de revoir le contexte global de l'économie mondiale⁹⁰.

⁹⁰ ABDOULAYE S., 1999.

A ce titre, toute pression fiscale est susceptible d'entamer la compétitivité des entreprises dont les performances ne permettent et ne permettront pas de résister à la concurrence internationale. C'est évidemment le cas de l'AFO par exemple qui traîne depuis 10 ans un déficit chronique dans ses exercices.

Il va sans dire que dans le contexte actuel de la libéralisation intra-communautaire dans l'espace UEMOA (Union Economique et Monétaire Ouest Africaine) et bientôt au sein de la CEDEAO (Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest), la fiscalité intérieure de chacun des Etats membres (dont le Burkina Faso) verra sa base de taxation s'élargir et toute nouvelle fiscalité, "verte" soit-elle, sera sujette à des réactions négatives de la part des opérateurs économiques⁹¹.

Mais tout ceci ne constitue nullement un argument valable pour reléguer la protection et la gestion de l'environnement au second rang. D'ailleurs, il y va de l'intérêt de ces agents économiques producteurs qui ont besoin d'un développement durable pour garantir leurs investissements et partant, drainer les capitaux nécessaires au développement de leurs activités.

Pourtant, le bénéficiaire final de toutes ces orientations de politique économique ou de gestion de l'environnement demeure incontestablement la collectivité nationale. Taxer les pollueurs pour les obliger à utiliser rationnellement les ressources environnementales revient à protéger les populations de toutes les externalités négatives des industriels. Mais épargner les pollueurs des charges fiscales supplémentaires en vue de soutenir leur faible niveau de compétitivité

⁹¹ ABDOULAYE S., 2000.

actuel et résister aux intempéries de la concurrence internationale est un moyen de résoudre un certain nombre de problèmes socioéconomiques et donc protéger, une fois de plus, ces mêmes populations⁹².

Nous voici donc en face d'un choix difficile à faire; ce qui nous conduit à nous tourner vers ces populations elles-mêmes et demander leur préférence pour l'environnement. Il s'agit d'évaluer leur consentement à payer pour une amélioration de leur environnement; objet de la section suivante.

⁹² En effet, si la pression fiscale crée un effet d'éviction pour les entreprises nationales ou cause le refoulement des capitaux étrangers, les conséquences sont nombreuses. On peut citer la perte de tous les avantages sociaux générés par les unités industrielles que nous avons relevés au chapitre 3 de la présente thèse.

IV.2- CONSENTEMENT A PAYER DES POPULATIONS RIVERAINES COMME METHODE DE VALORISATION D'ACTIF NATUREL

Pour évaluer les ressources naturelles affectées par les unités industrielles de Kossodo, et dont les conséquences sont d'abord supportées par les populations riveraines puis, par la collectivité tout entière nous utilisons la méthode basée sur les marchés hypothétiques pour amener ces populations à révéler leur préférence pour l'environnement. Il s'agit d'évaluer le consentement à payer des populations riveraines pour une éventuelle amélioration de la qualité de l'environnement.

L'évaluation de ce consentement à payer a fait l'objet d'une enquête auprès d'un échantillon de 200 ménages parmi l'ensemble des ménages supposés être les plus vulnérables aux effets polluants des unités industrielles de Kossodo. Cet échantillon a été retenu par la méthode aléatoire sur la base d'un choix raisonné comme nous l'avions annoncé dans l'exposé de la méthodologie d'approche, notamment dans la méthode de collecte des données et la technique d'échantillonnage.

Après dépouillement des données de l'enquête, nous avons constaté, pour ce qui est de la variable « consentement à payer (CAP)», malgré l'insistance sur le caractère purement théorique de ce concept dans notre contexte, que 44 ménages sur les 200 ont déclaré ne consentir aucun franc pour l'amélioration de leur cadre de vie (CAP = 0) sous prétexte qu'il n'est pas de leur devoir de payer la pollution à la place des pollueurs.

Sur ces 44 ménages représentés dans notre présent contexte par les répondants au questionnaire, 30 sont de sexe féminin contre seulement 14 hommes. Ce qui peut vouloir dire que les femmes sont plus réticentes au CAP que les hommes. Toutefois, les croisements entre le CAP et la variable « sexe » confirmera ou infirmera cette hypothèse dans la section qui suit.

Ainsi, compte tenu du caractère fondamental de cette variable car c'est elle que nous cherchons à étudier pour justifier l'importance des problèmes de pollutions industrielles perçus par les populations toutes les analyses statistiques et économétriques qui suivent ne porteront que sur les 156 ménages ayant révélé leur attachement à l'environnement à travers leur CAP d'au moins un franc. Ce qui veut dire que le nombre d'observations par variable passe désormais de 200 à 156.

IV.2.1- ANALYSE STATISTIQUE ET INTERPRETATION DES DONNEES D'ENQUETE

IV.2.1.1- DESCRIPTION DE LA STRUCTURE ET DES CARACTERISTIQUES SOCIOECONOMIQUES DE L'ECHANTILLON

Nous venons de signaler que l'échantillon de 200 ménages (correspondants à 200 résidences) dont un répondant au questionnaire par ménage, initialement retenu, est réduit à la taille de 156 observations à cause des « biais » relevés dans les montants du consentement à payer. La présente stratification de l'échantillon ne dépend donc plus de la répartition initiale mais plutôt des résultats de l'enquête.

Ainsi, il ressort que le CAP moyen des 156 répondants s'élève à environ 50.000 FCFA par an. En répartissant par sous-zone d'étude, on constate que la sous-zone A (secteur 13) vient en tête avec un CAP moyen d'environ 130.000 FCFA suivie de la sous-zone C (secteur 26) avec un peu plus de 60.000 FCFA devançant la sous-zone D (secteur 27) pour un CAP moyen de 40.000 FCFA devant la sous-zone B (secteur 25) avec un CAP moyen situé légèrement au-dessus de 30.000 FCFA; les 2 villages bouclent la série avec respectivement 12.000 FCFA pour la sous-zone E (Loumbila) et 6.000 FCFA pour la sous-zone F (Gampéla). On remarquera par la suite que ce sont les habitants dont le niveau de revenu est élevé qui consentent en moyenne plus que les autres mais ceux qui sont proches de la zone de Kossodo également ne lésinent pas sur leurs moyens.

De même, on constate que le revenu moyen des 156 répondants s'élève à environ 1.200.000 FCFA par an. Ce qui représente un revenu moyen de 100.000 FCFA par mois. Compte tenu de la disparité des origines sociales des individus qui

constituent l'échantillon, on peut dire que ce montant est proche de la réalité du pays. La répartition par sous-zone d'étude montre que la sous-zone A vient en tête avec un revenu moyen d'environ 2.400.000 FCFA suivie de la sous-zone C avec à peu près 1.400.000 FCFA devançant la sous-zone D pour un revenu moyen de 1.300.000 FCFA devant la sous-zone B avec un revenu moyen situé légèrement au-dessous de 1.200.000 FCFA; les 2 villages sont toujours derniers avec respectivement 130.000 FCFA pour la sous-zone E et 120.000 FCFA pour la sous-zone F.

Les sous-zones B, C et D ont des revenus moyens annuels presque identiques à cause de la similitude de leur composition démographique. En effet, les habitants des secteurs 25, 26 et 27 sont soit des agents de l'administration publique, soit des ouvriers ou employés des entreprises industrielles et commerciales, soit encore des artisans, commerçants mais aussi de simples jardiniers et manœuvres. Par contre, le secteur 13, et en particulier « la zone du bois », est constitué en majorité des cadres de l'administration, de fonctionnaires internationaux et des directeurs d'entreprises. C'est pourquoi, l'écart entre le revenu annuel moyen de ses habitants et ceux des 3 autres secteurs est d'au moins 1.000.000 FCFA.

Pour les 2 villages, c'est presque une évidence mais on peut se permettre de conclure que le léger écart entre leur revenu s'explique par le fait que Loumbila se trouve à 12 km de Ouagadougou et très proche de la zone industrielle de Kossodo, il peut bénéficier des opportunités d'affaires avec la capitale plus que Gampéla qui est à 18 km de Ouagadougou sinon, un peu plus de la zone industrielle.

L'âge moyen des individus de l'échantillon est de 37 ans tandis qu'il est respectivement de 39 ans pour Loumbila, de 37 ans pour les secteurs 13 et 26 contre 36 ans pour les secteurs 25 et 27 et de 35 ans pour Gampéla. Environ 50% de l'échantillon a un âge situé au-dessous de 35 ans. De façon plus explicite, il y a 17 personnes (11%) âgées d'environ 20 ans contre 60 (39%) dont l'âge avoisine les 30 ans, 35 (22%) autour de 40 ans, 28 (18%) d'environ 50 ans et enfin 16 personnes (10%) âgées de 55 ans et plus.

En outre, il ressort que 57% de l'échantillon (89 personnes) est constitué des gens dont le niveau d'instruction va du secondaire au supérieur contre 43% (67) de non instruits (niveau primaire et analphabètes). Cette répartition semble de *prime abord* très loin de la réalité, notamment en ce qui concerne le taux de scolarisation du pays en général et de Ouagadougou en particulier. Cependant, elle peut être justifiée d'une part par le fait qu'on ait exclu 44 personnes de l'échantillon (30 femmes probablement moins instruites et 14 hommes dans les mêmes conditions) et d'autre part, par le fait que l'enquête a concerné plus les habitants de la capitale que ceux des villages périphériques.

Par ailleurs, il y a (curieusement!) une égale parité entre les hommes et les femmes dans l'échantillon. S'il n'y avait pas 30 femmes contre 14 hommes exclus de l'échantillon pour cause de CAP nul, la proportion des femmes serait de 54% contre 46% d'hommes sur les 200 personnes enquêtées. Cette répartition de 50% entre les 2 sexes aurait été proche de la réalité démographique du Burkina Faso (52% de femmes contre 48% d'hommes)⁹³ si le biais du CAP ne réduisait pas la taille de l'échantillon.

⁹³ INSD, Op. Cit.

Dans l'échantillon, il y a 105 personnes mariées contre 51 célibataires; soit une répartition respective de 67% et 33%. Toute chose qui confirme le fait que l'échantillon est constitué de 89% de personnes âgées de 25 ans et plus contre seulement 11% de personnes dont l'âge est compris entre 15 et 24 ans.

Sur les 156 personnes, 26 (17%) sont des salariés de la Fonction Publique, 31 (20%) travaillent dans des entreprises privées, 14 (9%) sont des employés des organisations non gouvernementales (ONG) et des organismes internationaux (OI), 24 (15%) sont des commerçants et artisans, 57 (36%) des agriculteurs, des pêcheurs et des éleveurs et 4 (3%) des autres professions. Ce qui n'est pas très loin du niveau de revenu moyen des populations de l'échantillon.

Il faut également relever que dans l'échantillon, 49% (76) des enquêtés sont des propriétaires de leurs résidences tandis que 35 % (55) sont des locataires et 16% (25) sont des hébergées.

Toutes les 156 personnes interrogées déclarent avoir dépensé au moins un franc au cours de l'année pour leurs soins de santé. Le montant moyen de ces dépenses est d'environ 75.000 FCFA pour l'ensemble de l'échantillon mais selon les sous-zones d'étude, il est de l'ordre de 140.000 FCFA, 100.000 FCFA, 90.000 FCFA, 60.000 FCFA, 10.000 FCFA et 6.000 FCFA respectivement pour les secteurs 13, 25, 26, 27, les villages de Loumbila et Gampéla. En réalité, ces dépenses ne concernent pas uniquement les maladies liées aux effets polluants de la zone industrielle de Kossodo, bien au contraire! En effet, dans notre guide d'entretien, nous avons pris le soin de demander aux enquêtés de nous citer les maladies qu'ils imputent à la pollution industrielle et dont ils sont victimes au

cours des 15 derniers mois puis, de préciser les dépenses relatives aux traitements de ces maladies. Sur l'ensemble de l'échantillon, moins de 5% ont tenté cet exercice mais avec des informations pas très précises. Nous aurions dû laisser tomber cette variable dans la suite de l'analyse mais, par rapport à la problématique de notre sujet, il est utile de l'insérer dans le modèle du CAP et attendre les résultats des différents tests pour conclure.

Nous sommes partis du fait que seuls les habitants de Gampéla pratiquent la pêche dans le *Massili*, cours d'eau où se déversent toutes les eaux de Ouagadougou (y compris les eaux usées de la zone industrielle de Kossodo). Sur les 25 personnes enquêtées, 5 sont exclues de l'échantillon pour cause de CAP nul; les 20 restant ne représentent que 12% des 156 observations. Bien qu'en réalité, toutes ces personnes ne soient pas des pêcheurs, elles ont estimé, chacune, un coût externe que leur impose la pollution de leur marigot par les déversements industriels. La perte annuelle moyenne est estimée en valeur monétaire à environ cinquante mille (50.000) francs CFA. Ce qui apparaît pour l'instant comme négligeable.

De même, dans les 4 secteurs qui entourent la zone industrielle de Kossodo, il existe au moins une personne qui vit des activités maraîchères. Sur les 30 jardiniers enquêtés, 14 ont déclaré un CAP nul et sont exclus de l'échantillon définitif. Il ne reste plus que 16 sur les 156 pour les besoins de l'étude; soit 10% de la population étudiée. Toutes ces personnes affirment, preuve à l'appui, avoir subi toutes sortes d'externalités négatives de la part des usines de Kossodo⁹⁴. Cependant, pour ce qui concerne uniquement les pertes liées à la baisse de leur rendement, l'ensemble de ces 16 maraîchers évaluent en moyenne à environ 4.000

⁹⁴ Voir P.174, III.2.2.4- Récapitulatif des coûts sociaux générés par les trois unités industrielles.

FCFA seulement par an; soit respectivement 5.000 FCFA pour ceux du secteur 13, 8.000 FCFA pour ceux du secteur 25, 500 francs pour le secteur 26 et 2000 francs pour le secteur 27. Ces dépenses, pratiquement dérisoires, nous amènent à faire deux hypothèses : soit ces jardiniers veulent simplement saboter notre approche parce qu'ils croient que nous sommes les auteurs de la pollution ou complices des pollueurs (et ils l'ont dit au cours de notre enquête), soit parce que leur niveau d'appréhension n'est pas assez élevé pour comprendre le concept du CAP.

Etant donné que le problème semble concerner en premier lieu les habitants de la zone industrielle de Kossodo, notamment en ce qui concerne la pollution atmosphérique (odeurs dégagées par la tannerie et les autres entités de la zone), nous avons choisi d'interroger uniquement les populations du secteur 26 (sis à Kossodo) sur leur éventuel déménagement involontaire si le problème persistait. De façon unanime, tout le monde est prêt à partir ailleurs si l'occasion le permettait. Ces départs forcés laissent incontestablement des coûts qui peuvent être à la fois matériels et immatériels. Par souci de simplification, nous avons circonscrit la question au niveau de l'alternative entre gain et charge supplémentaires que générerait l'abandon de leur habitation actuelle pour une nouvelle maison ailleurs (loin de la zone). Sur les 60 personnes enquêtées, 27 qui ont déclaré un CAP égal à 0 sont exclues de l'échantillon et les 33 restant (21%) ont estimé en moyenne à environ 300.000 FCFA par an et par personne le montant de loyer ou les investissements supplémentaires à supporter en cas de déménagement involontaire.

Enfin, il faut aussi signaler qu'en dehors des populations des deux villages dont nous avons considérés de façon standard (on fait comme si, au village, toutes

les maisons sont regroupées en un seul endroit) la distance séparant leur domicile de la zone industrielle de Kossodo à 12 km et 18 km respectivement pour Loumbila et Gampéla, tous les enquêtés des 4 secteurs de Ouagadougou sont distants d'environ 4 km, 3 km, 2 km et 1 km en moyenne de la zone industrielle.

Après les descriptions de la structure et des caractéristiques socioéconomiques de l'échantillon, il convient maintenant de procéder aux tests d'indépendance en vue de détecter, à l'aide du test de Khi-Deux (χ^2), la liaison qui existe entre les variables qualitatives du modèle d'une part, et d'autre part entre ces variables et le CAP. Mais avant cela, il est important d'exposer brièvement le cadre théorique du test de χ^2 et son application aux tests d'ajustement.

IV.2.1.2- TESTS DE LIAISON ENTRE LES VARIABLES QUALITATIVES DU MODELE

IV.2.1.2.1- *Cadre théorique de la loi de Khi-deux comme test d'indépendance entre deux variables qualitatives*

D'une manière générale, la loi de χ^2 est utilisée pour vérifier la concordance entre une distribution observée et une distribution théorique. Le principe consiste dans un premier temps à prélever un échantillon et répartir les observations suivant les diverses valeurs possibles de la variable étudiée. Elle est également utilisée comme test d'homogénéité ou d'indépendance, comme test d'égalité des proportions et enfin comme test de ratio de vraisemblance.⁹⁵

⁹⁵ THIOMBIANO T. (1999).

Dans le présent contexte, nous nous contenterons de présenter brièvement cette loi dans le cadre de son application comme test de liaison entre deux variables qualitatives. L'hypothèse du test de Khi-deux pouvant s'énoncer en termes de probabilités, il s'agit en fait d'éprouver l'hypothèse d'indépendance de deux variables qualitatives⁹⁶.

Ainsi, deux variables sont dites indépendantes lorsque le fait qu'une observation appartienne à l'une des catégories prévues pour l'une des variables n'a pas d'effet sur la probabilité que cette observation appartienne à telle catégorie de la seconde variable.⁹⁷

Soit p_{ij} , la probabilité qu'une observation appartienne à l'une des catégories (i, j) prévues pour l'une des variables X_i et Y_j . L'hypothèse d'indépendance peut être formulée comme suit :

$$H_0 : p_{ij} = (p_i)(p_j), \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, m$$

$$H_1 : p_{ij} \neq (p_i)(p_j), \quad \text{pour au moins une paire } i \text{ et } j.$$

En d'autres termes, on a :

H_0 : les deux variables sont indépendantes

H_1 : il existe un lien entre les deux variables X_i et Y_j ⁹⁸

⁹⁶ BAILLARGEON G. et RAINVILLE J. (1976), cités par THIOMBIANO T. (1999), op.cit.

⁹⁷ KINVI M. (2000).

⁹⁸ Pour l'estimation des p_i et p_j , voir THIOMBIANO T. (1999), op.cit.

La statistique de Khi-deux (χ^2_c) associée à un test d'indépendance se calcule comme suit :

$$\chi^2_c = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e}$$

où f_o est l'effectif observé et f_e l'effectif théorique.

La valeur critique du χ^2 pour un risque α donné est $\chi^2_{\alpha; (k-1)(m-1)}$ où k est le nombre de colonnes, m le nombre de lignes et $(k-m) = v = dl =$ degré de liberté.

Si $\chi^2_c > \chi^2_\alpha$, alors on rejette H_0 ; c'est-à-dire qu'il existe un lien entre les deux variables.

Après cette présentation, nous passons à l'application pour tester les liaisons entre les variables qualitatives du modèle avant de les croiser avec le consentement à payer.

IV.2.1.2.2- Test d'indépendance entre les variables explicatives qualitatives

a- Croisement entre le sexe et les autres variables explicatives

L'analyse du tableau de contingence entre le sexe et le statut matrimonial nous montre que dans l'échantillon, 36% des femmes sont des célibataires contre 64% qui sont des mariées alors qu'il y a 30% des hommes célibataires contre 70% des mariés. Le test d'indépendance entre ces 2 variables fait ressortir que le χ^2 calculé (0,73) est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 5% (3,84) et même au seuil

de 10% (2,71). Ceci nous permet de conclure à l'indépendance des variables sexe et statut matrimonial. Autrement dit, toute observation prévue pour une catégorie de sexe (femme ou homme), par exemple, n'a pas forcément d'influence sur la probabilité d'être marié ou célibataire (statut matrimonial).

La même analyse fait ressortir qu'il n'y a pas de liaison entre le sexe et le statut du logement car le χ^2 calculé (≈ 1) est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 5% (5,99) et même au seuil de 10% (4,61). L'examen du tableau nous montre que dans l'échantillon, 45% des femmes vivent dans leur propre concession, 37% d'entre elles sont des locataires et 18% sont des hébergées. Par contre, il y a 53% des hommes qui sont propriétaires de leurs maisons, 33% qui sont des locataires et 14% sont des hébergés.

Cependant, on constate une liaison entre le sexe et le niveau d'instruction des enquêtés car le χ^2 calculé (4,42) est supérieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (2,71) voire au seuil de 5% (3,84). En effet, l'analyse du tableau de contingence montre que 51% des femmes sont non instruites ou de niveau d'instruction primaire alors que seulement 35% des hommes sont dans le même cas. Donc, on a 65% des hommes qui ont un niveau d'instruction secondaire et supérieur contre 49% des femmes.

De même, l'analyse indique une dépendance entre le sexe et la profession puisque le χ^2 calculé (14,28) est supérieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (9,24) voire au seuil de 5% (11,07). Le tableau de contingence indique que 19% des femmes sont des salariées de la fonction publique contre 15% qui travaillent dans les entreprises privées, 3% dans les ONG et OI, 15% sont soit des commerçantes

soit des artisanes, 46% sont agricultrices, éleveuses ou pêcheuses et 1% exerce les autres professions. Quant aux hommes, il y a 14%, 24%, 15%, 15%, 27% et 4% qui exercent respectivement ces professions.

Au contraire, entre le sexe et le lieu de travail, il n'y a aucune dépendance car le χ^2 calculé (0,83) est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (2,71) et même au seuil de 5% (3,84). Par ailleurs, le tableau indique que 77% des femmes ne travaillent pas dans la zone industrielle de Kossodo contre seulement 23% qui y exercent leurs activités quotidiennes. De même, 29% seulement des hommes travaillent à Kossodo contre 71% qui ont leur lieu de travail ailleurs.

Enfin, il y a également absence de liaison entre le sexe et l'âge comme l'indique le χ^2 calculé (0,30) qui est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (7,78) voire au seuil de 5% (9,49). On remarque dans le tableau que 12% des femmes ont un âge qui avoisine les 20 ans, 40% sont âgées d'environ 30 ans, 22% sont autour de 40 ans, 17% autour de 50 ans et seulement 10% ont 55 ans et plus. Ce qui est pratiquement le même pour les hommes car de 20 à 55 ans et plus, on a respectivement la répartition suivante : 10%, 37%, 23%, 19% et 10%.

b- Croisement entre l'âge et les autres variables explicatives

Dans l'échantillon, on constate qu'après 35 ans, tout le monde est marié car parmi les célibataires, 31% des personnes sont âgées d'environ 20 ans et 69% ont environ 30 ans. Par contre, il y a respectivement 1%, 24%, 33%, 27% et 15% de mariés à l'âge d'environ 20, 30, 40, 50 et au-delà de 55 ans. Ce qui se traduit par la

dépendance de l'âge et du statut matrimonial car χ^2 calculé (85,45) qui est supérieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (7,78) et même au seuil de 5% (9,49).

De même, l'analyse indique une liaison forte entre l'âge et le statut du logement des enquêtés car le χ^2 calculé (56,78) est supérieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (13,36) voire au seuil de 5% (15,51). Le tableau de contingence indique que 2% des propriétaires de leur concession sont âgés d'environ 20 ans, 34% d'environ 30 ans, 24% de 40 ans, 20% de 50 ans et aussi 20% de 55 ans et plus. Par contre, 5% des locataires sont âgés d'environ 20 ans, 49% d'environ 30 ans, 27% de 40 ans, 16% de 50 ans et 2% de 55 ans et plus. Il y a également 48% des hébergés qui sont âgés d'environ 20 ans, 28% d'environ 30 ans, 8% de 40 ans, 16% de 50 ans et aucune personne de plus de 55 ans n'est hébergée.

Au contraire, entre l'âge et le niveau d'instruction, il n'y a aucune dépendance car le χ^2 calculé (3,96) est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (7,78) et même au seuil de 5% (9,49). Par ailleurs, le tableau indique que 16% de gens non instruits ou ayant un niveau primaire ont l'âge proche de 20 ans, 34% de 30 ans, 22% de 40 ans, 16% de 50 ans et 10% de 55 ans et plus contre 7%, 42%, 22%, 19% et 10% de niveau secondaire et supérieur sont âgés d'environ 20, 30, 40, 50, 55 ans et plus.

De même, entre l'âge et la profession, il n'y a aucune liaison car le χ^2 calculé (25,61) est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (28,41) et même au seuil de 5% (31,41). Parmi les personnes qui ont l'âge proche de 20 ans, il y a 6% qui travaillent à la fonction publique, 12% dans les entreprises privées, aucune dans les ONG et OI, 29% d'entre elles sont des commerçantes ou artisanes, 41%

font l'agriculture, l'élevage ou la pêche et 12% exercent d'autres professions. Pour les âgés d'environ 30 ans, il y a respectivement 20%, 18%, 13%, 15%, 30% et 3%. Quant à ceux dont l'âge est autour de 40 ans, on dénombre respectivement 23%, 26%, 3%, 9%, 40% et 0%. De même, pour les gens âgés d'environ 50 ans, il y a 14%, 18%, 14%, 21%, 32% et 0%. Enfin, de 55 ans et plus, on a 6%, 25%, 6%, 6%, 56% et 0%.

Entre l'âge et le lieu de travail également, il n'y a aucune liaison car le χ^2 calculé (2,06) est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (7,78) et même au seuil de 5% (9,49). Parmi les personnes qui ont l'âge proche de 20 ans, il y a 82% qui travaillent hors de zone industrielle contre 18% qui exercent leurs activités à Kossodo. Pour les âgés d'environ 30 ans, il y a respectivement 72% contre 28%, 77% contre 23% pour ceux dont l'âge est autour de 40 ans, on dénombre 75% contre 25% pour les gens âgés d'environ 50 ans et il y a 62% contre 38% de 55 ans et plus.

c- Croisement entre le niveau d'instruction et les autres variables explicatives

Il n'y a aucune liaison entre le niveau d'instruction et le statut matrimonial car le χ^2 calculé (0,43) est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (2,71) et même au seuil de 5% (3,84). Le tableau montre que 39% des non mariés ont tout au plus un niveau d'instruction primaire contre 61% dont le niveau va du secondaire au supérieur tandis que 45% des mariés sont non instruits ou de niveau primaire contre 55% ayant un niveau secondaire ou supérieur.

L'analyse indique au contraire une liaison forte entre le niveau d'instruction et le statut de logement des enquêtés car le χ^2 calculé (19,65) est supérieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (4,61) voire au seuil de 5% (5,99). Le tableau fait ressortir que parmi les propriétaires de leurs maisons, il y a 49% qui ont au plus le niveau primaire et 51% qui ont au moins le niveau secondaire. Par contre, pour les locataires, il y a 22% qui sont de niveau primaire ou non instruits contre 78% ayant au moins un niveau secondaire. Enfin, on dénombre que 72% des hébergés sont de niveau primaire ou non instruits contre seulement 28% ayant au moins un niveau secondaire.

Les résultats font ressortir aussi une forte dépendance entre le niveau d'instruction et la profession puisque le χ^2 calculé (116,85) est supérieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (9,24) et aussi au seuil de 5% (11,07). On constate également que parmi les personnes ayant tout au plus un niveau primaire aucune ne travaille aussi bien à la fonction publique, dans les entreprises privées que dans les ONG et OI alors que 18% font le commerce ou l'artisanat, 81% pratiquent l'agriculture, l'élevage ou la pêche et 1% se retrouve dans les autres professions. Par contre, parmi tous ceux qui ont au moins le niveau secondaire, il y a 29% qui sont des salariés de la fonction publique, 35% des entreprises privées, 16% des ONG et OI, 13% sont des commerçants ou artisans, 3% des agriculteurs, éleveurs ou pêcheurs et les 3% également exercent les autres professions.

Enfin, il se dégage aussi une liaison forte entre le niveau d'instruction et le lieu de travail des enquêtés car le χ^2 calculé (10,01) est supérieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (2,71) voire au seuil de 5% (3,84). On note par ailleurs une répartition égale (50%) entre des gens qui travaillent hors de la zone industrielle

quel que soit le niveau d'instruction. Par contre, seulement 22% des gens qui exercent leurs activités à Kossodo sont de niveau primaire ou non instruits contre 78% des gens ayant au moins un niveau secondaire.

d- Croisement entre le statut matrimonial et les autres variables explicatives

Il existe une liaison forte entre le statut matrimonial et le statut de logement des enquêtés car le χ^2 calculé (41,27) est supérieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (4,61) voire au seuil de 5% (5,99). L'analyse du tableau fait ressortir également que parmi les propriétaires de leurs maisons, il y a 11% de célibataires contre 89% de mariés. Par contre, pour les locataires, il y a 44% de célibataires et 56% de mariés. Enfin, on dénombre 76% de célibataires contre 24% de mariés parmi les hébergés.

De même, il existe une liaison entre le statut matrimonial et la profession puisque le χ^2 calculé (11,42) est supérieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (9,24) et aussi au seuil de 5% (11,07). On constate également que parmi les célibataires 22%, 18% et 8% travaillent respectivement à la fonction publique, dans les entreprises privées et dans les ONG et OI alors que 24% font le commerce ou l'artisanat, 24% encore pratiquent l'agriculture, l'élevage ou la pêche et 9% se retrouvent dans les autres professions. Par contre, parmi les mariés, il y a 14%, 21%, 10%, 11%, 43% et à peine 1% qui se retrouvent respectivement dans ces professions.

L'analyse indique au contraire une indépendance entre le statut matrimonial et le lieu de travail des enquêtés car le χ^2 calculé (1,01) est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (2,71) voire au seuil de 5% (3,84). On note par ailleurs que 69% des célibataires travaillent hors de la zone industrielle contre 31% qui y travaillent. Par contre, 76% des gens qui exercent leurs activités à Kossodo sont des mariés et 24% travaillent ailleurs.

e- Croisement entre le lieu de travail et les autres variables explicatives

L'analyse montre qu'il existe une indépendance entre le lieu de travail des enquêtés et leur statut de logement car le χ^2 calculé (3,05) est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (4,61) et aussi au seuil de 5% (5,99). Parmi les gens qui travaillent hors de la zone industrielle il y a 51% des propriétaires de leurs maisons contre 31% des locataires et 18% des hébergés. Par contre, pour des gens qui exercent leurs activités à Kossodo, il y a 42% des propriétaires de leurs maisons, 46% des locataires et 12% des hébergés.

Il existe par contre une liaison entre le lieu de travail et la profession puisque le χ^2 calculé (56,98) est supérieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (9,24) et aussi au seuil de 5% (11,07). On constate par ailleurs que parmi ceux qui ne travaillent pas à Kossodo, il y a respectivement 21%, 6%, 9%, 16%, 45% et 3% qui sont des salariés de la fonction publique, des entreprises privées des ONG et OI, des commerçants ou artisans, des agriculteurs, éleveurs ou pêcheurs et ceux des autres professions. Par contre, parmi les travailleurs de la zone industrielle, il y a 5%, 58%, 10%, 14%, 12% et à peine 1% qui se retrouvent respectivement dans ces professions.

f- Croisement entre le statut de logement et la profession

Il existe également une liaison entre le statut de logement et la profession car le χ^2 calculé (35,17) est supérieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (15,99) et aussi au seuil de 5% (18,31). Parmi ceux qui habitent dans leur propre cour, il y a respectivement 17%, 18%, 9% , 7%, 49% et 0% qui sont des salariés de la fonction publique, des entreprises privées des ONG et OI, des commerçants ou artisans, des agriculteurs, éleveurs ou pêcheurs et ceux des autres professions. Par contre, parmi les locataires, il y a 22%, 27%, 13%, 20%, 15% et à 4% qui se retrouvent respectivement dans ces professions. De même, pour les hébergés, on a la répartition suivante : 4%, 8%, 0%, 32%, 48% et 8%.

IV.2.1.2.3- Test d'indépendance entre le CAP et les variables explicatives qualitatives

L'analyse du tableau de contingence entre le CAP et le statut matrimonial nous montre que dans l'échantillon, 31% des célibataires contre 69% des mariées donnent un CAP nul⁹⁹ alors que 39% des célibataires contre 61% des mariés ont consenti à un montant non nul. Le test d'indépendance entre ces 2 variables fait ressortir que le χ^2 calculé (0,82) est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 5% (3,84) et même au seuil de 10% (2,71). Ceci nous permet de conclure à l'indépendance des variables CAP et statut matrimonial. Autrement dit, toute observation prévue pour une catégorie de CAP, par exemple, n'a pas forcément d'influence sur la

⁹⁹ Il faut garder à l'esprit que l'expression CAP nul ici est différent de CAP = 0. Elle désigne plutôt tout CAP \leq 50.000 FCFA (la moyenne arithmétique des 156 observations de l'échantillon tronqué). De même, un CAP non nul désigne tout CAP $>$ 50.000 FCFA.

probabilité que cette observation appartienne à la catégorie « marié » ou « célibataire » (statut matrimonial).

La même analyse fait ressortir qu'il n'y a pas de liaison entre le CAP et le statut du logement car le χ^2 calculé (0,85) est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 5% (5,99) et même au seuil de 10% (4,61). L'examen du tableau nous montre que dans l'échantillon, 50% des enquêtés qui ont donné un CAP nul vivent dans leur propre concession, 33% d'entre eux sont des locataires et 17% sont des hébergés. Par contre, il y a 44% des enquêtés qui ont donné un CAP non nul sont propriétaires de leurs maisons, 41% qui sont des locataires et seulement 14% sont des hébergés.

Cependant, on constate une liaison entre le CAP et le niveau d'instruction des enquêtés car le χ^2 calculé (26,71) est supérieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (2,71) voire au seuil de 5% (3,84). En effet, l'analyse du tableau de contingence montre que 97% des enquêtés non instruits ou de niveau d'instruction primaire consentent un montant nul pour le CAP contre seulement 3% des enquêtés pour un CAP non nul. Pour les enquêtés de niveau d'instruction secondaire et supérieur, on a 62% pour le CAP nul et 38% pour le CAP non nul.

De même, l'analyse indique une dépendance entre le CAP et la profession puisque le χ^2 calculé (34,71) est supérieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (9,24) voire au seuil de 5% (11,07). Le tableau de contingence indique que 13% des enquêtés qui ont donné un CAP nul sont des salariées de la fonction publique contre 17% qui travaillent dans les entreprises privées, 4% dans les ONG et OI, 17% sont soit des commerçantes soit des artisanes, 47% sont agricultrices,

éleveuses ou pêcheuses et 2% exercent les autres professions. Quant à ceux consentant un CAP non nul, il y a 28%, 31%, 25%, 11%, 3% et 3% qui exercent respectivement ces professions.

Au contraire, entre le CAP et le lieu de travail, il n'y a aucune dépendance car le χ^2 calculé (1,2) est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (2,71) et même au seuil de 5% (3,84). Par ailleurs, le tableau indique que 76% de non consentants (CAP nul) ne travaillent pas dans la zone industrielle de Kossodo contre seulement 24% qui y exercent leurs activités quotidiennes. De même, 33% seulement de consentants (CAP non nul) travaillent à Kossodo contre 67% qui ont leur lieu de travail ailleurs.

Il y a également absence de liaison entre le CAP et l'âge comme l'indique le χ^2 calculé (0,08) qui est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (7,78) voire au seuil de 5% (9,49). On remarque dans le tableau que 11% des enquêtés qui ont donné un CAP nul ont un âge qui avoisine les 20 ans, 38% sont âgées d'environ 30 ans, 23% sont autour de 40 ans, 18% autour de 50 ans et seulement 10% ont 55 ans et plus. Ce qui est pratiquement le même pour ceux consentant un CAP non nul car de 20 à 55 ans et plus, on a respectivement la répartition suivante : 11%, 39%, 22%, 17% et 11%.

Enfin, il y a aussi indépendance entre le CAP et le sexe. En effet, le χ^2 calculé (2,31) est inférieur au χ^2 théorique au seuil de 10% (2,71) et même au seuil de 5% (3,84). L'analyse du tableau de contingence entre le CAP et le sexe nous montre que dans l'échantillon, 82% des femmes sont non consentantes (CAP nul)

contre 18% qui ont donné un CAP non nul alors qu'il y a 72% des hommes qui ont donné un CAP nul contre 28% des consentants.

L'analyse statistique que nous venons de faire a permis, d'une part de décrire la structure et les caractéristiques socioéconomiques de notre échantillon, à travers les résultats de l'enquête mais, d'autre part, elle a conduit à la sélection des variables susceptibles d'influencer le CAP, de par les liens fonctionnels existant entre certaines variables du modèle et la dépendance ou non entre ces variables et le CAP. Cependant, ces tests d'indépendance entre la variable expliquée et les variables explicatives ne précisent en rien le degré ou la mesure probable de la significativité des relations fonctionnelles entre ces variables. Il est donc important de procéder à une analyse économétrique par la régression du modèle du CAP.

IV.2.2- ANALYSE ECONOMETRIQUE ET INTERPRETATION DES RESULTATS

Rappelons que le consentement à payer, dans notre contexte, est une fonction linéaire des dépenses de santé, des coûts liés à la diminution de la quantité des poissons dans le *Massili*, des coûts liés à la baisse des activités maraîchères, des coûts de déménagement involontaire, du statut de logement, du niveau de revenu, de la profession, de l'âge, du sexe, du statut matrimonial, du niveau d'instruction, du lieu du travail et de la distance qui sépare le domicile de la zone industrielle.

La relation fonctionnelle entre le CAP et les autres variables se formalise comme suit :

$$\text{CAP} = f(\text{san, poi, jard, dem, staloge, rev, prof, \u00e2ge, sexe, stamat, inst, lieutrav, dist})$$

Nous avons fait remarquer dans notre cadre op\u00e9ratoire (les outils d'analyse) que l'estimation du consentement \u00e0 payer est sujette \u00e0 des biais de diverses natures. Pour ce faire, nous allons faire d'abord une r\u00e9gression lin\u00e9aire simple par la m\u00e9thode des moindres carr\u00e9s ordinaires puis, une r\u00e9gression par le mod\u00e8le logit \u00e0 cause des valeurs extr\u00eames (les surestimations, les sous-estimations et les z\u00e9ros) et de la dualit\u00e9 des variables (quantitatives et qualitatives).

La s\u00e9lection des variables \u00e0 int\u00e9grer dans le mod\u00e8le d\u00e9finitif du CAP est bas\u00e9e sur les diff\u00e9rents tests de Khi-deux et surtout des tests de Wald.

IV.2.2.1- LE MODELE LINEAIRE SIMPLE

Le modèle économétrique du CAP donne l'équation suivante :

$$\text{CAP} = \beta_0 + \beta_1 \text{san} + \beta_2 \text{poi} + \beta_3 \text{jard} + \beta_4 \text{dém} + \beta_5 \text{staloge} + \beta_6 \text{rev} + \beta_7 \text{prof} + \beta_8 \text{âge} + \beta_9 \text{sexe} + \beta_{10} \text{stamat} + \beta_{11} \text{inst} + \beta_{12} \text{lieutrav} + \beta_{13} \text{dist} + \varepsilon$$

Appelons Y la variable dépendante désignant le consentement à payer (CAP). Cette variable endogène sert à régresser le modèle de consentement à payer par les moindres carrés ordinaires.

Les variables explicatives représentant, entre autres, les dépenses de soins de santé (san), les coûts liés à la diminution des poissons (poi), les coûts liés à la baisse de l'activité de jardinage (jard), les coûts de déménagements involontaires des populations riveraines (dém), le statut de logement des personnes enquêtées (staloge), le niveau de revenu (rev), la profession des enquêtés (prof), l'âge des enquêtés (âge), leur sexe (sexe), leur statut matrimonial (stamat), le niveau d'instruction (inst), le lieu de travail (lieutrav) et la distance entre le domicile de la personne enquêtée et la zone industrielle de Kossodo (dist) sont désignées respectivement par $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9, X_{10}, X_{11}, X_{12}, X_{13}$. Les β_i et ε étant respectivement les coefficients à estimer et le terme d'erreur.

Compte tenu de la nature de certaines variables qualitatives (plus de 2 modalités dans leurs observations), nous sommes amené à les éclater en plusieurs variables et insérer dans le modèle celles qui paraissent plausibles.

C'est ainsi que la variable statut de logement (X_5) par exemple est éclatée en trois variables : X_{51} (propriétaires de leurs cours), X_{52} (locataires) et X_{53} (hébergés). La modalité « hébergés » étant moins importante par rapport aux 2 autres comme l'a indiqué le tableau de croisement entre le statut de logement et les autres variables qualitatives du modèle (voir l'analyse statistique et interprétation des données d'enquête dans la section précédente), on la considère comme variable témoin; c'est-à-dire qu'elle sert juste à vérifier le poids des autres variables vis-à-vis de la variable CAP. Ainsi, X_{53} n'entre pas dans le modèle à régresser.

Il en est de même pour la variable profession (X_7) qui a généré 6 variables : X_{71} (salariés de la fonction publique), X_{72} (salariés des entreprises privées), X_{73} (salariés des ONG et OI), X_{74} (commerçants et artisans), X_{75} (agriculteurs, éleveurs et pêcheurs) et X_{76} (autres professions). La modalité « autres professions » est considérée comme variable témoin et donc n'entre pas dans le modèle à régresser.

Au niveau de la variable âge (X_8), nous avons les données sur les ménages qui varient de 15 à 62 ans. Pour faciliter l'interprétation des résultats, nous les avons regroupées en 5 classes d'âges. Par la suite, ce sont les centres de ces classes (20, 30, 40, 50, 60) que nous avons considérés dans le modèle à régresser. La variable X_8 devient donc X_{81} (celle-ci concerne uniquement les centres des classes d'âge) et c'est elle qui sera désormais considérée dans le modèle à régresser.

En définitive, le modèle économétrique que nous avons régressé donne l'équation suivante :

$$\begin{aligned}
 \text{CAP} = & \beta_0 + \beta_1 \text{ san} + \beta_2 \text{ poi} + \beta_3 \text{ jard} + \beta_4 \text{ dém} + \beta_{51} \text{ prop} + \beta_{52} \text{ loc} \\
 & + \beta_6 \text{ rev} + \beta_{71} \text{ sfp} + \beta_{72} \text{ sep} + \beta_{73} \text{ songi} + \beta_{74} \text{ comart} \\
 & + \beta_{75} \text{ agrelpech} + \beta_{81} \text{ âge} + \beta_9 \text{ sexe} + \beta_{10} \text{ stamat} + \beta_{11} \text{ inst} \\
 & + \beta_{12} \text{ lieutrav} + \beta_{13} \text{ dist} + \varepsilon
 \end{aligned}$$

Le modèle estimé se présente comme suit:

$$\begin{aligned}
 Y = & -16.347,15 + 0,28X_1 + 0,07X_2 + 0,17X_3 + 0,08X_4 + 7.376,05X_{51} \\
 & \quad (2,70) \quad (0,20) \quad (0,20) \quad (1,09) \quad (0,28) \\
 & -10.535,35X_{52} + 0,03X_6 - 20.476,85X_{71} - 49.754,23X_{72} + 43.860,52X_{73} \\
 & \quad (0,44) \quad (4,91) \quad (0,40) \quad (0,89) \quad (0,80) \\
 & + 16.756,90X_{74} + 3.288,86X_{75} + 1.176,22X_{81} + 4.788,49X_9 - 38.206,14X_{10} \\
 & \quad (0,33) \quad (0,06) \quad (1,40) \quad (0,31) \quad (1,66) \\
 & + 5.622,43X_{11} - 4.515,38X_{12} - 624,43X_{13} \\
 & \quad (0,19) \quad (0,21) \quad (1,47)
 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,42 \quad R^2 \text{ ajusté} = 0,35 \quad F\text{-stat} = 5,55 \quad DW = 2,01$$

L'interprétation des résultats de la régression de ce modèle se fera autour des indicateurs tels les coefficients estimés, le coefficient de détermination (R^2), la statistique de Fisher-Snedecor (F-stat) et de la valeur critique d'autocorrélation de Durbin-Watson (DW).

a) Test de signification statistique des coefficients

De façon globale, 12 variables (san, poi, jard, dém, prop, rev, songi, comart, agrelpech, âge, sexe et inst) sont positivement corrélées avec le CAP tandis que les 6 autres (loc, sfp, sep, stamat, lieutrav et dist) sont négativement corrélées avec la variable dépendante¹⁰⁰. En d'autres termes, les 12 premières variables ci-dessus ont une influence positive sur le consentement à payer des populations riveraines de la zone industrielle de Kossodo tandis que les 6 dernières agissent négativement sur le CAP.

Cependant, en comparant la statistique t de Student rattachée à chacune de ces variables avec la valeur critique de cette statistique au seuil de 5% (1,96) et au seuil de 10% (1,64), il ressort qu'à 10%, seules les dépenses de santé, le revenu, et le statut matrimonial expliquent significativement le CAP. Mais à un risque de 5%, le statut matrimonial n'explique plus significativement la variable dépendante. En portant le risque de se tromper à 16%, on a la chance que l'âge et la distance entre le domicile et la zone industrielle expliquent significativement le CAP.

Ainsi, d'après la tendance des coefficients estimés, un accroissement de 1.000 FCFA de dépenses des soins médicaux entraîne une augmentation du consentement à payer des populations riveraines respectivement de l'ordre de 300 FCFA. Ce qui veut dire que le consentement à payer évolue moins que proportionnellement (dans un rapport de 3/10) aux dépenses de santé des populations.

¹⁰⁰ Ce raisonnement est uniquement basé sur les signes des coefficients estimés. L'effet d'une variable explicative sur la variable expliquée s'interprète plutôt par les valeurs de la statistique t de Student que l'on compare à la valeur critique.

Par ailleurs, si le niveau de revenu des populations interrogées augmente de 1.000 FCFA, celles-ci sont prêtes à consentir seulement 30 FCFA (3/100) de plus pour l'amélioration de la qualité de leur environnement.

Enfin, en rapprochant les personnes interrogées de 1 Km de la zone industrielle, celles-ci seront prêtes à consentir 600 FCFA supplémentaire sur leur CAP. Autrement dit, le CAP est plus que proportionnel à la distance qui sépare le pollué de la zone industrielle.

De ce qui précède, on peut dire qu'il y a certainement un problème de spécification du modèle car il est étonnant que sur 18 variables explicatives, 5 seulement peuvent significativement expliquer la variable dépendante à un risque de 16%, et d'ailleurs si on réduit le seuil à 10% voire à 5%, ce nombre passe de 5 à 3 puis à 2. Cette situation peut être due à la prédominance des variables binaires dans le modèle mais, elle peut également être imputée au fait que les observations relatives à certaines variables ne concernent qu'une frange de l'échantillon avec pour corollaire, un nombre important de zéros dans les séries des données.

Il y a donc lieu de ré-spécifier le modèle en sélectionnant les variables qui paraissent pertinentes sur la base des résultats de cette première régression mais aussi, en tenant compte des tests d'indépendance entre le CAP et les variables qualitatives qui l'expliquent. Mais avant cela, il faudra procéder à d'autres tests pour vérifier l'adéquation du modèle et attester sa validité.

b) Test de Wald

Compte tenu des raisons ci-dessus évoquées, on peut être amené à formuler l'hypothèse selon laquelle les coefficients des variables X_2 , X_3 , X_4 , X_{51} , X_{52} , X_{71} , X_{72} , X_{73} , X_{74} , X_{75} sont tous nuls. En d'autres termes, il s'agit de tester l'hypothèse $H_0: R\beta = r$ où β est le vecteur des coefficients associés aux variables ci-dessus énumérées, R est une matrice identité $n \times m$ ($n = m = 10$), $R\beta$ est une combinaison linéaire et r un scalaire nul.

Le résultat de ce test (voir l'annexe) nous a donné une probabilité de l'hypothèse nulle qui est très faible (0,24). Ce qui veut dire qu'on a seulement 24% de chance d'affirmer que les coefficients associés à ces variables sont tous nuls. Il y a donc lieu de les éliminer tous dans le modèle.

En supposant que seuls les coefficients associés aux variables statut de logement et profession que nous avons éclatées respectivement en X_{51} , X_{52} , X_{71} , X_{72} , X_{73} , X_{74} , X_{75} sont tous nuls, le test de Wald nous donne encore une probabilité d'acceptation de l'hypothèse nulle qui est plus faible que la première (0,08).

En poursuivant notre analyse, nous avons estimé, cette fois-ci, que seuls les coefficients associés aux variables X_2 , X_3 , X_4 sont tous nuls, le test de Wald nous indique en revanche qu'on a 74% de chance d'accepter l'hypothèse nulle. Autrement dit, le modèle ré-spécifié ne doit plus comporter ces trois variables.

Toutefois, en se basant sur les résultats de la première régression, on constate que les variables X_{52} , X_{74} , X_{75} ont également une faible probabilité

d'influencer significativement le CAP. C'est pourquoi, nous les avons réintégrées dans le test de Wald pour vérifier l'hypothèse de nullité conjointe avec X_2 , X_3 , X_4 . Le résultat de ce test donne une probabilité de 68% d'acceptation de l'hypothèse nulle.

En définitive, toutes ces six variables sont éliminées du modèle ré-spécifié. Mais avant cela, il faut toujours procéder à d'autres tests pour vérifier l'adéquation du modèle et attester sa validité.

c) Test d'adéquation d'ensemble du modèle

Afin de tester la validité de notre modèle du consentement à payer, procédons au test d'adéquation d'ensemble en interprétant les valeurs des indicateurs de détermination et de signification conjointe.

Le coefficient de détermination amélioré (R^2 ajusté) qui est de 0,35 signifie que toutes les 18 variables explicatives, prises conjointement, expliquent le CAP à hauteur de 35%. Ce qui suppose que, toutes choses égales par ailleurs, d'autres variables, non prises en compte dans notre modèle, expliqueraient le CAP à concurrence de 65%. Mais, il peut aussi être vrai que cette situation est due au fait que les 13 variables subissent l'influence des autres variables explicatives dans le modèle. C'est pourquoi, pour une deuxième simulation, nous allons supprimer les variables binaires et celles dont les observations ne concernent pas l'ensemble de l'échantillon.

Par ailleurs, le F de Fisher obtenu par la régression est de 5,55 supérieur à la valeur de cette statistique lue sur la table à 1% et 5% qui sont respectivement de 2,41 et 1,88. Ce qui confirme le coefficient de détermination et conduit à conclure que dans l'ensemble, il y a une bonne adéquation du modèle.

Pour s'assurer davantage de la validité du modèle, procédons à d'autres tests pour vérifier une possibilité d'autocorrélation des erreurs et de multicollinéarité entre les variables.

d) Test d'autocorrélation des erreurs

La régression du modèle linéaire par la méthode des moindres carrés ordinaires a donné la valeur de la statistique de Durbin-Watson (DW) égale à 2,01. Ceci implique l'absence d'autocorrélation des erreurs dans ce modèle.

e) Test de multicollinéarité entre les variables

En dehors des variables « propriétaires de leurs cours » et « locataires » entre lesquelles la probabilité de liaison est de 0,7, la matrice de colinéarité montre une absence de colinéarité entre les variables explicatives prises deux à deux. Et même dans le cas ci-dessus, il n'y a pas lieu de conclure à la multicollinéarité entre les variables explicatives puisque 0,7 est légèrement en dessous du seuil critique.

Le modèle ré-spécifié et estimé se présente comme suit:

$$\begin{aligned}
 Y = & -8.434,47 + 0,27X_1 - 16.847,00X_{s2} + 0,03X_6 - 28.232,81 X_{71} - 48.229,17X_{72} \\
 & \quad (2,67) \quad (1,06) \quad (4,96) \quad (0,99) \quad (1,34) \\
 & + 32.229,26 X_{73} + 1.242,59X_{81} + 6.551,6897X_9 - 36.563,08X_{10} \\
 & \quad (0,91) \quad (1,51) \quad (0,44) \quad (1,75) \\
 & + 11.563,34X_{11} + 833,49X_{12} - 548,92X_{13} \\
 & \quad (0,48) \quad (0,04) \quad (1,31)
 \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,42 \quad R^2 \text{ ajusté} = 0,37 \quad F\text{-stat} = 8,47 \quad DW = 2,01$$

f) Test de signification statistique des coefficients

Il ressort qu'après réduction du nombre des variables explicatives, il n'y a pas tellement de changement dans leur comportement car les 7 variables (san, rev, songi, âge, lieutrav, inst et sexe) sont restées positivement corrélées avec le CAP tandis que les 5 autres (loc, sfp, sep, stamat et dist) sont négativement corrélées avec la variable dépendante.

Cependant, en comparant la statistique t de Student rattachée à chacune de ces variables avec la valeur critique de cette statistique au seuil de 5% (1,96) on remarque toujours que seules les dépenses de santé et le revenu expliquent significativement le CAP. Au seuil de 10% (1,64), le statut matrimonial également explique significativement le CAP. Jusqu'à 16%, on a la chance que l'âge, les salariés d'entreprises privées et la distance entre le domicile et la zone industrielle expliquent significativement le CAP.

Ainsi, d'après la tendance des coefficients estimés, un accroissement de 1.000 FCFA de dépenses des soins médicaux entraîne une augmentation du consentement à payer des populations riveraines respectivement de l'ordre de 300 FCFA. Ce qui veut dire que le consentement à payer évolue moins que proportionnelle (dans un rapport de 3/10) aux dépenses de santé des populations.

Par ailleurs, si le niveau de revenu des populations interrogées augmente de 1.000 FCFA, celles-ci sont prêtes à consentir seulement 30 FCFA (3/100) de plus pour l'amélioration de la qualité de leur environnement.

Enfin, en rapprochant les personnes interrogées de 1 Km de la zone industrielle, celles-ci seront prêtes à consentir 600 FCFA supplémentaire sur leur CAP. Autrement dit, le CAP est plus que proportionnel à la distance qui sépare le pollué de la zone industrielle.

De ce qui précède, on peut dire qu'il y a certainement un problème de spécification du modèle car il est étonnant que sur 18 variables explicatives, 5 seulement peuvent significativement expliquer la variable dépendante à un risque de 16%, et d'ailleurs si on réduit le seuil à 10% voire à 5%, ce nombre passe de 5 à 3 puis à 2. Cette situation peut être due à la prédominance des variables binaires dans le modèle mais, elle peut également être imputée au fait que les observations relatives à certaines variables ne concernent qu'une frange de l'échantillon avec pour corollaire, un nombre important de zéros dans les séries des données.

Il y a donc lieu de ré-spécifier le modèle en sélectionnant les variables qui paraissent pertinentes sur la base des résultats de cette première régression mais

aussi, en tenant compte des tests d'indépendance entre le CAP et les variables qualitatives qui l'expliquent. Mais avant cela, il faudra procéder à d'autres tests pour vérifier l'adéquation du modèle et attester sa validité.

g) Test d'adéquation d'ensemble du modèle

Afin de tester la validité de notre modèle du consentement à payer, procédons au test d'adéquation d'ensemble en interprétant les valeurs des indicateurs de détermination et de signification conjointe.

Le coefficient de détermination amélioré (R^2 ajusté) devient 0,37 ; ce qui signifie que toutes les 12 variables explicatives, prises conjointement, expliquent le CAP à hauteur de 37%. L'adéquation d'ensemble du modèle est donc améliorée grâce à l'élimination de certaines variables explicatives. Le F de Fisher également est passé de 5,55 à 8,47, toujours supérieur à la valeur de cette statistique lue sur la table à 1% (2,41) et 5% (1,88). Ce qui confirme le coefficient de détermination et conduit à conclure que dans l'ensemble, il y a une bonne adéquation du modèle.

Le modèle linéaire simple que nous venons de voir donne une vue d'ensemble sur les liaisons fonctionnelles entre les variables explicatives et le CAP. Les résultats de cette régression ne sont pas trop éloignés de ceux donnés par les tests d'indépendance entre ces variables et le CAP que nous avons examinés dans l'analyse statistique. Cependant, compte tenu de la présence des variables binaires, il faudra encore procéder à une autre analyse économétrique en utilisant un modèle à variables dépendantes limitées. Dans notre cas, c'est le modèle logit que nous avons retenu.

IV.2.2.2- LE MODELE LOGIT

Le modèle logit est l'un des modèles à variables dépendantes limitées (logit, probit et tobit) généralement en rapport avec la régression des variables qualitatives de type Bernouilli (valeurs 0 et 1). Il est basé sur une fonction logistique linéarisée par une transformation logarithmique. Son utilisation pour la modélisation des choix discrets est rendue intéressante par 2 propriétés : son intervalle réduit de 0 à 1 lui permettant d'être utilisé comme fonction probabiliste et la possibilité d'être linéarisé par une transformation \log^{101} .

Puisque les données que nous avons traitées ne concernent pas l'ensemble de l'échantillon des populations retenues pour l'étude, il va de soi que certaines variables contiennent des zéros dans leurs observations. Par ailleurs, compte tenu de la forte dispersion entre les CAP, nous pensons qu'il y a sans doute des problèmes de surestimations et de sous-estimations des CAP.

Tout ceci nous amène à procéder à une troncature sur cette variable par la moyenne arithmétique de l'ensemble des 156 observations. Ainsi, toutes les personnes qui ont un consentement à payer supérieur à 50.000FCFA sont considérées comme des consentantes et les non consentantes sont celles dont le CAP est inférieur à la moyenne. On attribue la valeur 1 aux premiers et 0 aux seconds.

Les résultats du modèle logit ci-dessous nous permettrons d'analyser les liens de causalité entre les variables explicatives et le consentement à payer.

¹⁰¹ Pour la présentation originelle de ce modèle, lire THIOMBIANO T. (1996), PP. 35-37, ou DESAIGUES et POINT (1993), P.143.

Le modèle estimé se présente comme suit:

$$\begin{aligned}
 Y = & -1,97 + 0,000008X_1 - 0,000016X_2 - 0,001X_3 + 0,0000006X_4 - 1,67X_{51} \\
 & \quad (2,54) \quad (0,35) \quad (0,01) \quad (0,34) \quad (1,93) \\
 & -1,87X_{52} + 0,0000048X_6 + 0,42X_{71} - 1,50X_{72} + 0,94X_{73} + 0,57X_{74} - 0,21X_{75} \\
 & \quad (2,48) \quad (0,28) \quad (0,88) \quad (0,60) \quad (0,37) \quad (1,64) \quad (0,11) \\
 & + 0,004X_{81} - 0,36X_9 - 0,33X_{10} + 1,95X_{11} + 0,031X_{12} - 0,026X_{13} \\
 & \quad (0,11) \quad (0,62) \quad (0,42) \quad (1,57) \quad (0,05) \quad (1,58)
 \end{aligned}$$

$$\text{McFadden } R^2 = 0,40$$

$$\text{LR (Khi-Deux)} = 67,59$$

Comme le modèle linéaire simple, il va falloir procéder à différents tests pour vérifier la validité de ce modèle. Nous rappelons que les deux principaux tests de validité d'un modèle logit sont le test de la capacité de prédiction du modèle et le test de Khi-Deux.

a) Test de régression entière

Il s'agit de tester la significativité de l'ensemble de la régression. Dans les modèles à variables dépendantes limitées, le test de régression entière correspond au test de ratio de vraisemblance et utilise la statistique LR que l'on compare au Khi-deux théorique.

Ainsi, la statistique de Khi-deux joue, dans le modèle logit, le même rôle que le F de Fisher dans un modèle linéaire simple. La valeur de Khi-deux qui est de

34,81 au seuil de 1% (élevée) signifie que dans l'ensemble, le modèle est adéquat et que les coefficients du modèle sont significativement différents de zéro.

b) Prédiction du modèle

Rappelons que le but de ce test est de vérifier la capacité du modèle à anticiper sur les comportements des populations riveraines de la zone industrielle de Kossodo, notamment en ce qui concerne leur consentement à payer pour une amélioration hypothétique de leur cadre de vie.

Le tableau de prédiction (voir annexe) fait ressortir que d'une manière générale, le modèle a la capacité de prédire les comportements de ces individus car on remarque que sur les 156 personnes considérées, le modèle a prédit des non consentantes (valeur 0 pour CAP inférieur à la moyenne qui est de 50.000 FCFA) et des consentantes (valeur 1 pour CAP supérieur à la moyenne). Et le résultat a montré qu'il y a à la fois des non consentants et des consentants tel que prévu par le modèle. Par ailleurs, le pourcentage de bonnes prédictions (135 sur 156 qui est de 86,54%) reflète une bonne adéquation du modèle à expliquer le comportement général de la population concernée par l'étude.

Parmi les non consentants prédits, effectivement 14 ont plutôt consenti à payer plus de la moyenne mais 113 ne sont pas effectivement prêts à payer une somme supérieure ou égale à 50.000 FCFA. Par contre, parmi ceux qui étaient prédits consentants, 22 ont effectivement consenti tandis que 7 ne sont pas prêts à consentir. Ce qui donne des pourcentages de bonnes prédictions respectivement pour 0 et 1 de l'ordre de 94,17% (113/120) et 61,11% (22/36). On peut conclure

que le modèle prédit mieux pour ceux qui ne sont pas prêts à consentir plus que pour les consentants.

Il faut noter pour conclure qu'aussi bien dans le modèle linéaire simple que dans le modèle logit, il y a une bonne adéquation d'ensemble. Cependant, toutes les variables ne sont pas significativement explicatives de la variable dépendante. D'où, une nouvelle spécification du modèle s'avère nécessaire pour une meilleure explication des arguments qui sous-tendent le CAP des populations riveraines de la zone industrielle de Kossodo.

C'est pourquoi, nous allons encore procédé au test de Wald pour nous permettre d'éliminer certaines variables.

c) Test de Wald

Le résultat de ce test (voire annexe) montre que dans ce cas, nous pouvons considérer comme nuls les coefficients des variables poi, dem et jard qui ne concernent que certaines observations de l'échantillon et les variables spf et agrelpech car la probabilité qu'elles influencent positivement le CAP est moins importante.

Le modèle ré-spécifié nous donne :

$$\begin{aligned}
 Y_1 = & -2,39 + 0,000008X_1 - 1,22X_{51} - 1,50X_{52} + 0,000005X_6 - 1,64X_{72} + 0,66X_{73} \\
 & \quad (2,86) \quad (1,35) \quad (1,76) \quad (2,6) \quad (1,68) \quad (0,80) \\
 & + 0,62 X_{74} - 0,0025X_{81} - 0,29X_9 - 0,34X_{10} + 2,3X_{11} - 0,068X_{12} - 0,022 X_{13} \\
 & \quad (0,81) \quad (0,08) \quad (0,51) \quad (0,44) \quad (2,5) \quad (0,11) \quad (1,38)
 \end{aligned}$$

$$\text{McFadden } R^2 = 0,38$$

$$\text{LR (Khi-Deux)} = 64,60$$

a) Test de régression d'ensemble

L'élimination de certaines variables du modèle n'a véritablement pas changé grand chose dans le comportement des variables explicatives vis-à-vis du CAP car tous les coefficients ont pratiquement conservé leur signe sauf une légère diminution observée dans leur élasticité.

De même, on note que malgré la légère baisse de la valeur de LR qui est passée de 67,59 à 64,60 ; ce qui n'enlève en rien la bonne adéquation d'ensemble du modèle.

b) Prédiction du modèle

Le tableau de prédiction du modèle réduit (voir annexe) fait ressortir également que d'une manière générale, le modèle a la capacité de prédire les comportements de ces individus. En outre, le pourcentage de bonnes (133 sur 156 qui est de 85,33%) reflète une bonne adéquation du modèle à expliquer le comportement général de la population concernée par l'étude.

Parmi les non consentants prédits, 15 ont plutôt consenti à payer plus de la moyenne contre 112 ne sont pas effectivement prêts à payer une somme supérieure ou égale à 50.000 FCFA. Par contre, parmi ceux qui étaient prédits consentants, 21 ont effectivement consenti tandis que 8 ne sont pas prêts à consentir. Ce qui donne des pourcentages de bonnes prédictions respectivement pour 0 et 1 de l'ordre de 93,33% et 58,33%. Comme pour le premier cas que le modèle prédit mieux pour ceux qui ne sont pas prêts à consentir plus que pour les consentants.

L'approche économétrique de l'étude sur l'analyse des problèmes causés par les déchets industriels de Kossodo a consisté dans sa phase préliminaire à taxer les trois unités industrielles à cause des effets externes de leurs rejets polluants. Il ressort de cet exercice académique que les différents montants des taxes et redevances de pollution imposées aux industriels restent de loin très élevés par rapport à leurs dépenses de dépollution. C'est pourquoi nous avons conclu qu'il leur revient avantageux de continuer dans leurs efforts de dépollution que de se faire surprendre un jour par une écotaxe. Par ailleurs, compte tenu de l'environnement économique international et régional, les taxes de pollution ne sont pas encore opportunes à l'heure actuelle.

Mais le plus important dans cette analyse est d'arriver à appréhender ce que les victimes de ces pollutions et nuisances pensent réellement.

L'analyse statistique du modèle du CAP a révélé qu'en moyenne, chaque individu (sur les 156 personnes interrogées) est prêt à payer la somme de 50.000 FCFA par an pour assainir son environnement. Ce qui traduit un certain intérêt que ces populations riveraines de la zone industrielle de Kossodo ont pour leur cadre

de vie quand on sait que la question environnementale reste encore un luxe pour la plupart de ces personnes.

Le modèle du CAP que nous avons construit en nous servant du modèle théorique puisé dans la revue de littérature a montré ses forces mais également ses faiblesses car aussi bien dans l'analyse statistique que dans la régression économétrique, la dépendance individuelle des variables n'est pas parfaite même si, de façon collective, l'adéquation est relativement bonne.

Les différents croisements entre les variables explicatives et la variable dépendante grâce aux tests de Khi-deux ont donné la même tendance que les différents tests du modèle linéaire simple ou logistique.

CONCLUSION GENERALE

Le tissu industriel du Burkina Faso compte environ une centaine d'unités de production réparties entre l'industrie agro-alimentaire, le textile, l'industrie chimique, les ouvrages en métaux, la manufacture des peaux et cuirs, etc. Si dans l'ensemble, ces unités sont classées dans la catégorie de l'industrie légère, il faut noter que plus de la moitié d'entre elles ressemble plutôt à des ateliers de montage au lieu de manufactures au sens strict du terme. Cela veut dire qu'en clair, les politiques du développement industriel sont encore à pied d'œuvre et le tissu industriel, lui, reste encore embryonnaire.

Environ 60 unités industrielles du pays se retrouvent à Ouagadougou, la capitale, où deux zones industrielles abritent, pour l'instant, près de 50 usines dont 35 sont à Kossodo, à 7 Km au Nord-Est du centre de la ville. Parmi ces unités, on rencontre une tannerie, une brasserie, un abattoir, une usine de fonte de métaux précieux, un complexe de fabrication des ouvrages en métaux, une usine des carrières, etc. Il va sans dire que les activités de ces différentes unités industrielles s'accompagnent de la production des déchets (solides, liquides et gazeux) dont l'impact sur la santé de l'Homme et sur l'environnement mérite une certaine attention.

Mais, les politiques en matière de protection de l'environnement restent encore, au Burkina Faso, à un niveau purement institutionnel car si les grandes orientations sont données à travers les différentes lois portant Code de l'environnement, Code des investissements, Code forestier, Réforme agraire et foncière, etc., les textes d'application telles que les normes de qualité et de déversement des déchets industriels, les modalités d'application, de suivi, de contrôle et de régulation des cahiers des charges mis à la disposition des

promoteurs industriels, sont toujours à l'étape de réflexion sinon, en cours de finalisation.

Dans ces conditions, traiter des problèmes socio-économiques liés à la production, à la gestion et au déversement des déchets industriels, dans une zone industrielle comme celle de Kossodo qui tend à se confondre ou se confond même déjà à une zone d'habitation, relève d'une gageure tant les instruments légaux d'appréciation de la question font défaut. L'appréhension même de la problématique de la pollution industrielle est complexe aussi bien au niveau des industriels qu'au niveau des populations riveraines, "victimes" de ces effets externes négatifs.

La présente thèse s'est fixée pour objectif d'analyser les problèmes socio-économiques causés par les déchets industriels de la zone de Kossodo, à travers les trois gros pollueurs que sont TAN ALIZ, la BRAKINA et l'Abattoir Frigorifique de Ouagadougou.

D'abord, elle a pu recenser les différents types de déchets produits par ces usines et évaluer leurs impacts sur l'environnement et la santé humaine. Ensuite, à partir des différents usages de ces déchets mais surtout, en se basant sur l'alternative entre l'abandon définitif de ces déchets et leur recyclage pour une réutilisation dans le processus de fabrication, elle a permis d'aider les industriels à vérifier s'il leur est avantageux ou non de recycler leurs déchets. Enfin, elle a procédé à une étude comparative entre les coûts sociaux et les avantages sociaux générés par les déchets de ces industries.

Puisque les coûts sociaux l'emportent sur les avantages sociaux, ce sont les instruments économiques de protection de l'environnement telles que les taxes et redevances de pollution que nous avons testées comme un moyen d'obliger les industriels à ramener leurs pollutions à "un niveau acceptable". En outre, et pour percevoir l'attachement que les populations ont pour la qualité de leur environnement, nous avons procédé à l'évaluation de leur consentement à payer, un autre instrument économique d'évaluation des ressources naturelles basées sur les marchés hypothétiques.

Pour atteindre ces objectifs, quatre hypothèses ont été formulées au départ et nous les avons vérifiées, soit par des observations empiriques au cours des deux mois de stage passés dans chacune des trois entreprises, soit par des analyses des eaux usées dans les laboratoires de génie sanitaire, soit encore à travers les recherches documentaires mais surtout, à l'aide des résultats d'enquête menée auprès d'un échantillon de 200 ménages pris dans les 4 secteurs au voisinage de Kossodo et dans les 2 villages où se jettent les eaux usées de la ville de Ouagadougou dont l'un est situé en amont et l'autre en aval de la zone industrielle de Kossodo.

Des résultats obtenus, on peut retenir que la première hypothèse selon laquelle "toutes les usines de la zone industrielle de Kossodo sont polluantes au même degré de pollution" est partiellement vérifiée en ce sens qu'elles produisent, chacune à sa manière, une certaine quantité de déchets de différents types mais à des degrés différents. En effet, les trois usines retenues pour notre étude produisent annuellement, à elles seules, 10.000 tonnes de déchets solides, la plupart non biodégradables. Elles déversent chaque année, à peu près, 750.000 m³ d'eaux usées

avec des charges organiques et biochimiques. Elles libèrent également dans l'atmosphère un volume important de déchets gazeux qu'on ne peut cerner, pour l'instant, avec précision à cause de l'absence d'instrument de mesure.

L'étude a révélé que ces trois unités produisent et déversent environ 70% de l'ensemble des déchets de la zone industrielle de Kossodo. Bien que les volumes et les caractéristiques des charges polluantes soient différents d'une usine à l'autre, nous sommes arrivé à estimer, sur la base des observations empiriques, que 90% des coûts sociaux générés par les déchets des trois unités sont imputables à TAN ALIZ contre 7,5% à l'Abattoir et 2,5% à la BRAKINA. En termes chiffrés, les coûts sociaux générés par les trois usines sont estimés à sept milliards trois cent soixante dix millions (7.370.000.000) FCFA contre seulement environ trois millions (3.000.000) FCFA que la population retire comme avantages sociaux spécifiquement générés par leurs déchets.

L'évaluation des coûts de traitement des déchets de chacune de ces trois unités industrielles, sur la base des chiffres de 1998, a donné les résultats suivants: 390.000.000 FCFA pour TAN ALIZ, 23.512.000 FCFA pour la BRAKINA et 3.000.000 FCFA pour l'Abattoir. Or, pour la même année, un essai d'application des taxes et redevances de pollution, en se référant aux taux fixés par l'Agence française de l'eau en 1996 et en taxant le surplus des bilans de pollution des trois usines comparativement aux normes tunisiennes, a donné ces résultats: 3.071.000.000 FCFA pour TAN ALIZ, 335.000.000 FCFA pour la BRAKINA et 866.000.000 FCFA pour l'Abattoir.

Il est donc clair que toutes les trois entreprises ont intérêt à chercher à dépolluer leurs eaux usées plutôt que de se faire imposer une écotaxe. Ce qui confirme, une fois de plus, notre deuxième hypothèse selon laquelle le recyclage des déchets industriels revient moins cher aux entreprises que leur internalisation par les méthodes répressives.

En attendant les normes propres aux Burkina Faso avec les assiettes et les taux de taxation qui seront fixés, nous espérons que cet exercice purement académique pourra amener les industriels à prendre quelques dispositions dès maintenant pour ne pas se faire surprendre le moment venu.

Cependant, il faut remarquer que de l'avis global des industriels que nous avons entretenus, il ressort qu'ils sont tous hostiles aux taxes et redevances de pollution comme moyen de les obliger à réduire leurs effets polluants. En outre, en menant la réflexion sur l'environnement économique du pays d'une part, et d'autre part en se rapportant au contexte de la libéralisation des marchés dans les espaces CEDEAO et UEMOA dans le but de participer efficacement au mouvement de mondialisation des économies, l'application de cet instrument de régulation n'est pas opportune malgré ses forces théoriques. De ce qui précède, notre troisième hypothèse qui estime que les taxes et redevances de pollution s'adaptent mieux à la politique de protection de l'environnement au Burkina Faso semble être infirmée dans cette étude.

L'estimation du consentement à payer des populations riveraines que nous avons interrogées au cours de notre enquête a montré qu'en moyenne, chaque individu vivant aux alentours de la zone industrielle de Kossodo est prêt à payer

une somme d'environ 50.000 FCFA s'il était possible de rendre sain son environnement. Bien que ce montant, à vue d'œil, ne reflète pas la situation socioéconomique de la majeure partie de ces enquêtés d'une part, et d'autre part malgré les biais de diverses natures qui entament cette évaluation, nous pensons que, toutes choses restant égales par ailleurs, les populations victimes des pollutions des unités industrielles de Kossodo ont réellement pris conscience de l'ampleur du problème et sont déterminées à apporter leur contribution à sa résolution. Ce résultat confirme bel et bien notre quatrième hypothèse car pour estimer le modèle du CAP que nous avons construit, la plupart des arguments prévus dans l'hypothèse de départ ont donné les significations attendues.

Comme toute œuvre humaine, nous tenons à signaler que la présente thèse n'est pas exempte de limites.

Les problèmes d'ordre matériel nous ont contraint à limiter l'analyse des concepts théoriques qui devaient mieux sous-tendre les applications que nous venons de faire. Nous osons croire que dans le cadre de nos travaux ultérieurs, ces vides seront comblés au fur et à mesure.

En outre, les aspects purement scientifiques (analyse physico-chimique, microbiologique, pédologique, etc.) de cette étude sont parfois des interprétations des données que nous avons présentées à certains spécialistes pour des explications ou des rapprochements à l'aide de nos recherches documentaires. Tout ceci ne peut échapper aux critiques et suggestions qui seront d'ailleurs les bienvenues.

L'application des taxes et redevances de pollution que nous venons de faire n'est qu'un exercice purement académique et les résultats pourront éventuellement s'écarter de la réalité le moment venu même si nous avons suivi avec rigueur la démarche qu'il fallait.

De même, bien que nous ayons conduit, avec rigueur, le déroulement des enquêtes et le traitement des données, il est apparu que quelques déclarations sont susceptibles de biaiser les données de nos variables, surtout en ce qui concerne le consentement à payer des populations pour une amélioration de la qualité de leur environnement. C'est ce qui nous a amené à faire des troncatures et à procéder à la régression par la méthode logit.

La présente thèse qui se termine sur cette note s'adresse à tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, s'intéressent au problème de la protection de l'environnement et en particulier à ceux qui luttent contre les déchets industriels. L'auteur reste attentif à leurs réactions, critiques et suggestions pour l'amélioration de sa qualité. Au-delà de toutes les difficultés ci-dessus énumérées, nous voudrions formuler quelques recommandations, en guise de contribution personnelle, à l'endroit des autorités politiques, des industriels mais aussi, des populations riveraines pour que désormais, le problème des déchets industriels au Burkina Faso en général, et dans la zone industrielle de Kossodo en particulier, soit l'affaire de tous.

RECOMMANDATIONS

Aux décideurs politiques, il est recommandé:

- l'accélération des procédures d'adoption et de publication de tous les textes d'application des lois relatives à la gestion et à la protection de l'environnement, notamment les textes relatifs à la fixation des normes de qualité et de déversement des eaux usées industrielles, scolaires et domestiques;

- la mise en œuvre effective du Plan Stratégique d'Assainissement de la ville de Ouagadougou (PSAO) adopté depuis 1994 et qui a prévu la construction d'une station terminale de collecte et de traitement de toutes les eaux usées de la ville de Ouagadougou;

- que la Commission nationale des investissements, dont le Ministère de l'Environnement et de l'Eau est membre à part entière, revoie les conditions d'octroi d'agrément aux promoteurs qui veulent s'établir dans la zone industrielle. A cet effet, en attendant la publication des textes sur les normes, une étude d'impacts environnementaux ou une notice d'impacts environnementaux doit être exigée aux nouveaux promoteurs avant tout agrément¹⁰². Quant aux promoteurs déjà installés, la Commission doit leur exiger un rapport trimestriel d'audit environnemental qu'ils doivent déposer à la Direction Générale de la Protection de l'Environnement, notamment à la Direction de la Prévention des Pollutions et de l'Assainissement.

¹⁰² Ces études ont été prévues par la dernière Loi de 1994 portant Code de l'Environnement au Burkina Faso.

Aux industriels, nous leur recommandons:

- d'initier des programmes de lutte contre leurs effets polluants ou de renforcer les capacités de leurs installations de traitement de déchets en vue de réduire le niveau de leurs pollutions;
- de collaborer avec les différents services de salubrité ou de protection de l'environnement ou, au besoin, de faire appel aux expertises privées en vue de mener un audit interne sur les effets de leurs activités sur l'environnement. Les recommandations issues de leurs rapports serviront pour toute stratégie de protection de l'environnement.

Quant aux populations riveraines de la zone industrielle ou à toute la collectivité, nous recommandons:

- la prise de conscience sur la question environnementale et d'apporter la contribution nécessaire à sa protection pour une vie saine et un développement durable;
- la création des associations de défense de l'environnement dans les communes ou dans les secteurs en vue de dénoncer toutes formes de dégradation de l'environnement.



BIBLIOGRAPHIE

A°) Ouvrages et Articles généraux

- ABDOULAYE S. (1999)**, La portée et l'incidence de la libéralisation sur les économies nationales des Etats membres de l'UEMOA, *In Actes du colloque de Ouagadougou des 16 et 17 décembre 1999*, CEEI, FDSP, Université de Ouagadougou.
- ABDOULAYE S. (2000)**, La libre circulation des biens dans les espaces UEMOA et CEDEAO, Communication faite dans le cadre des activités de sensibilisation du CEEI, FDSP, Université de Ouagadougou.
- ABRAHAM-FROIS G. (1995)**, *Dynamique économique*, Dalloz, 8^{ème} édition, Paris.
- BOURBONNAIS R. (1998)**, *Econométrie*, Dunod, 2^{ème} édition, Paris.
- CROSET Y. (1991)**, *Analyse économique de l'Etat*, Cursus, Paris.
- DEHEM R. (1984)**, *Histoire de la pensée économique: des mercantilistes à Keynes*, Dunod, Paris.
- GIARD V. (1985)**, *Statistiques appliquées à la gestion*, Economica, Paris.
- GREFFE X. (1994)**, *Analyse économique des politiques publiques*, Dalloz, Paris.
- GUERRIEN B. (1993)**, *La théorie des jeux*, Economica, Paris.
- JACQUEMIN A. (1985)**, *The new industrial organization*, MIT and Oxford University Press.
- JOHNSON J. (1985)**, *Modèles économétriques*, Economica, Paris.
- KANE E-J. (1971)**, *Statistiques économiques et économétrie*, Dunod, Paris.
- LECAILLON J. (1992)**, *Analyse microéconomique*, Cujas, Nouvelle édition, Paris.

- MADDALA G.S.** (1983), *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- MALINVAUD E.** (1969), *Méthodes statistiques de l'économétrie*, Dunod, Paris.
- MARTENS A.** (1996), Des comptes qui tournent au vert, in *Cadre macroéconomique et les pays en développement*, Hurtubise, HMH.
- McKENZIE R. B.** (1980), *Economic Issues in Public Policies*, McGraw-Hill, New York.
- RAYNAULD J. & alii.** (1989), *Problèmes et politiques économiques*, Dunod.
- TASSI P.** (1989), *Méthodes statistiques*, Economica, 2^{ème} édition, Paris.
- TIROLE J.** (1988), *The Theory of industrial organization*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- THIOMBIANO T.** (1999), *Le test de Khi-deux et ses applications*, Série didactique N°1, Collège africain de socio-économétrie, FASEG, Université de Ouagadougou.
- VARIAN H. R.** (1993), *Introduction à la microéconomie*, De Boeck University, Bruxelles.
- WATTEYNE A.** (1991), *Economie politique - application aux structures économiques africaines*, André Boland, Namur-Flavine.
- WONNACOTT T.H.** (1988), *Statistique*, Economica, Paris.

B°) Ouvrages et Articles sur l'environnement

- ABDOULAYE S.** (2000), « Les déchets, un véritable problème de santé publique », Conférence donnée au Séminaire sur les problèmes des déchets, organisé par le Pôle de formation sur la Gestion, Traitement et Valorisation des Déchets (GTVD), Université de Ouagadougou.
- AI GORE** (1993), *Sauver la planète terre: l'écologie et l'esprit humain*, Albin Michel S.A, Paris.
- AMIN S.** (1992), *The Environmental Cost of Sustainable Welfare*, Washington DC, Resources for the future.
- ANDERSON D.** (1991), "Energy and the environment: an economic perspective on recent technological developments and policies". *Briefing paper n°1*
- BARDE J.P.** (1992), *Economie et politique de l'Environnement*, l'Economiste, P.U.F.
- BARTELEMUS P. & alii.** (1991), "Integrated Environmental and Economic Accounting: Framework for a SNA Satellite System", *Review of Income and Wealth*.
- BAUMOL W.J & al.** (1988), *The Theory of Environmental Policy*, New York, Cambridge University Press.
- BAUMOL W.J. & OATES W.E.** (1979), *Economics, Environment Policy, and the Quality of life*, Engle-Wood Cliffs.
- BEAUD M.** (1993), *L'état de l'environnement dans le monde*, Paris, la Découverte F.P.H.

- BIRDSALL N. & STEER A.** (1993), "Attaquons-nous maintenant au rechauffement de la planète mais sans tronquer les chiffres", *Finances et Développement*.
- BONNIEUX F. & RAINELLI P.** (1989), "Politiques agricoles et environnement dans les pays riches", *Economie Rurale*.
- BROOKSHIRE D., d'ARGE R., SCHULZE W., & THAYER M.** (1981), *Experiments in Valuing public goods, in Advances in Applied Microeconomics*, V.K. Smith ed.
- BROWN R.L.** (1990), *L'état de la planète*, Paris, Economica.
- CALABRESI G.** (1975), "Coûts de transaction, allocation des ressources et obligation de dédommagement", traduit par Danièle PROMPT in *Economie de l'environnement*, pp 199-209, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.
- CHARPENTIER J.** (1985), *Elimination de la pollution et maîtrise de l'aération dans les stations d'épuration de boues actives*.
- CLINE W.R.** (1993), "La lutte contre l'effet de serre", *Finances, et Développement*.
- COASE R.** (1960), "Le problème du coût social", traduit par Danièle PROMPT in *Economie de l'environnement*, pp 129-167, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.
- COMMONER B.** (1971) "Les coûts de la croissance sur l'environnement", traduit par Danièle PROMPT in *Economie de l'environnement*, pp 215-246, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.

- DALES J.H.** (1968), "La propriété frontrière", traduit par Catherine GASTON-MATHE, *in* Economie de l'environnement, pp 263-280, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.
- DAVIDSON P.** (1967), "L'évaluation des biens publics", traduit par Catherine GASTON-MATHE, *in* Economie de l'environnement, pp 302-314, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.
- DAVIS A.O. & KAMIEN I.M.** (1969), "Economies externes, information et action collective", traduit par Danièle PROMPT *in* Economie de l'environnement, pp 103-127, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.
- DESAIGUES B. & LESGARD V.** (1992), "L'évaluation contingente des actifs naturels", *Revue d'Economique Politique*.
- DESAIGUES B. & POINT P.** (1990), "Les méthodes de détermination d'indicateurs de valeurs ayant la dimension de prix pour les composants du patrimoine naturel", *Revue Economique*.
- DESAIGUES B. & POINT P.** (1993), *Economie du patrimoine naturel: valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*, Economica.
- DORFMAN R. & N.** (1975), *Economie de l'environnement*, Recueil de 15 textes traduit de l'anglais américain en français par Danièle PROMPT et Catherine GASTON-MATHE, Perspectives de l'économie, Calmann-Lévy.

- DURBINI** (1990), *Environmental Regulation : Approach for the 1990s and Beyond*, Processing of OECD Meeting, Milan, Istituto per l'Ambiente.
- FRIEDMAN M.** (1975), "Le rôle du gouvernement: les effets de voyage", traduit par Catherine GASTON-MATHE, *in* Economie de l'environnement, pp 211-213, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.
- FURUBOTN E. et PEJOVICH S.** (1972), *Property Rights and Economic Theory : a Survey of Recent Litterature*, Journal of Economic, Vol n°10, 12/72.
- GALBRAITH J.K.** (1975), "L'autre dimension", traduit par Danièle PROMPT, *in* Economie de l'environnement, pp 289-299, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.
- GOLDMAN I.M.** (1970), "La convergence dans la détérioration", traduit par Catherine GASTON-MATHE, *in* Economie de l'environnement, pp 247-262, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.
- HONADIA M.** (1999), "Pollution-Santé-Environnement" *in* Rapport de réunion du Réseau d'experts UICN du Burkina Faso sur l'intégration population-environnement, Ouagadougou, 10 septembre 1996.
- KNEEZE A. & BOWER T.B.** (1968), "Critères de qualité: taxes et justice", traduit par Catherine GASTON-MATHÉ, *in* Economie de l'environnement, pp 178-190, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.

- LARRY E. R.** (1970), "Le traitement économique de la pollution", traduit par Danièle PROMPT *in* Economie de l'environnement, pp 51-75, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.
- LEFEUVRE J.C.** (1991), "L'approche économique de l'environnement", *Cahier Français*
- MARTINE R-G.** (1989), *Du droit de détruire, essai sur le droit de l'environnement*, PUF, Paris.
- MATHE L.P. & RAINELLI P.** (1987), "Impact des pratiques et des politiques agricoles sur l'environnement", *Cahier d'économie et de sociologie rurale*.
- MAURANDE G. & PIERRE C.** (1989), *La pollution*, G. Vermette inc, Ottawa.
- MISHAN E.J.** (1969), "Droits de propriété et droits écologiques", traduit par Catherine GASTON-MATHE, *in* Economie de l'environnement, pp 191-198, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.
- MISHAN E.J.** (1969), "La folie de la croissance", traduit par Catherine GASTON-MATHE, *in* Economie de l'environnement, pp 281-288, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.
- NICOLAZO J.L.** (1989), *Les Agences de Bassin*, Paris, P. Johanet et fils.
- OATES W.E.** (1984), *Market of Pollution Control, Challenge*.
- OATES W.E.** (1990), "Economics and environment policy", Presidential address for presentation to the Eastern Economic Association.
- OPSHOOR J.B.** (1989), *Instruments économiques pour la protection de l'environnement*, Paris.

- OUEDRAOGO B.** (1999), "Les effets de la pollution de l'air sur la santé des personnes", in *Rapport de réunion du Réseau d'experts UICN du Burkina Faso sur l'intégration population-environnement*, Ouagadougou, 10 septembre 1996.
- PALMQUIST R.** (1991), *Hedonic methods, in measuring the demand for Environmental Quality*, Elsevier Science Publishers, North Holland.
- PASSET R.** (1991), "De la connaissance à la maîtrise de l'environnement", *Cahier Français*, n°249.
- PASSET R.** (1991), "Les approches économiques de l'environnement", *Cahier Français*, n°250.
- PEARCE D. & al.** (1991), *Persistent Pollutants: Economics and Policy*, Dordrecht, Kluwer Academic Publisher.
- PEARCE D. & TURNER K.** (1990), *Economics of Natural Resources and the Environment*, New York, Harvest Weastsheaf.
- PIGOU A.C.** (1920), *The Economic of Welfare*, Londres, Mac Milan.
- RALPH** (1990), *Effeciency in Environmental Regulation, a Benefit-cost Analysis of Alternative Approach*, Boston, Dordrecht, London, Kluwer Academic.
- RUSSEL S.C. & LANDSBERG H.H.** (1971), "Les problèmes d'environnement à l'échelle internationale", traduit par Danièle PROMPT in *Economie de l'environnement*, pp 77-102, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.

- SALO R. B.** (1999), "Les effets de la pollution sur l'environnement urbain", *in* Rapport de réunion du Réseau d'experts UICN du Burkina Faso sur l'intégration population-environnement, Ouagadougou, 10 septembre 1996.
- VAILLANT J.R.** (1973), *Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution: contrôle de déversement des eaux polluées*. Eyrolles, Paris.
- VOS** (1991), *Politique de l'environnement: comment appliquer les instruments économiques*, OCDE, Paris.
- THIOMBIANO T.** (1996), « Economie de l'environnement », document support du cours dispensé au Campus commun des Cours à Option (CCCO), 2^{ème} Promotion de D.E.A/PTCI, Ouagadougou, juillet-septembre 1996.
- TURVEY R.** (1963), "La divergence entre le coût social et le coût privé", traduit par Danièle PROMPT *in* Economie de l'environnement, pp 169-175, sous la direction de Robert et Nancy DORFMAN, Calmann-Lévy, 1975.
- WATSON W.D. & JACKSON J.A.** (1982), "Air pollution: household soiling and consumer welfare losses", *Journal of Environmental Economics and Management*.
- WILKINSON D.G.** (1994), "NAFTA and The Environment", *The World Economy*.
- YANDLE B.** (1978), *The Emerging market in Air pollution Right, Regulation*.

C°) Etudes et Rapports

- B.M** (1992), *Rapport sur le Développement dans le Monde: Environnement et Développement.*
- B.M** (1997), *Gestion durable des ressources en eau en Afrique subsaharienne, défis et opportunités.*
- CONAGESE** (1996), *Contribution des déchets aux changements climatiques au Burkina Faso, mai, 1996.*
- CREPA** (1994), *Documentation et formation sur l'approvisionnement en eau et l'assainissement à faible coût: traitement des eaux usées et récupération des ressources, Info CREPA, mars-avril 1999.*
- CREPA** (1999), *Gestion des déchets biomédicaux à Ouagadougou, Info CREPA, août-septembre 1999.*
- DEGREMONT** (1989), *Mémento technique de l'eau, tomes I&II.*
- IEPF** (1997), *Protocole de Kyoto à la Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques, décembre 1997.*
- INSD** (1991), *Enquête démographique, mars 1991.*
- INSD** (1996), *Annuaire Statistique du Burkina Faso, septembre 1996.*
- INSD** (1998), *Données et indicateurs économiques et financiers, mars 1998.*
- INSD** (1998), *Recensement industriel et commercial, publié en 1999.*
- MEE/DGPE** (1994), *Plan d'Action National pour l'Environnement (PANE), octobre 1994.*
- MEE/DGPE** (1996), *Stratégie Nationale du sous-secteur de l'Assainissement au Burkina Faso, janvier 1996.*

- MEE/DGPE** (1999), *Normes de protection de l'environnement, propositions pour le Burkina Faso*, Etude de GUENE O., Rapport provisoire, juillet 1999.
- OCDE** (1985), *Environnement et Economie*.
- OCDE** (1980), *La pratique des redevances de pollution*.
- OCDE** (1992), *Politique de l'environnement: comment appliquer les instruments économiques*.
- OCDE** (1983), *Aspects économiques du contrôle international des produits chimiques*.
- OCDE** (1996), *L'intégration de l'environnement et de l'économie, progrès des années 1990*.
- OCDE** (1990), *Dépenses de lutte contre la pollution dans les pays de l'OCDE sur l'environnement*.
- OCDE** (1987), *Pour une mise en œuvre efficace des politiques de l'environnement*.
- OMS** (1982), *Evaluation rapide des services de pollution de l'air, de l'eau et du sol*, Genève.
- OMS** (1984), *La pollution de l'air des villes*, Genève.
- OMS** (1996), *Directives de la qualité de l'eau*, tomes I, II & III.
- ONEA** (1993), *Plan Stratégique d'Assainissement des eaux usées de la ville de Ouagadougou (PSAO)*, décembre 1993.
- ONEA** (1994), *Etude de faisabilité du Projet d'assainissement des eaux usées de la ville de Ouagadougou*, octobre 1994.
- PACVU** (1993), *Etude d'impact sur l'environnement urbain du Projet d'Amélioration des Conditions de Vie Urbaines*, mars 1993.
- PACVU** (1993), *Amélioration des conditions de vie urbaines: volet déchets industriels et toxiques*, octobre 1993.

PACVU (1994), *Etude sur la pollution atmosphérique dans la ville de Ouagadougou*, juillet 1994.

PACVU (1994), *Gestion des déchets solides municipaux à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso*, août 1994.

PACVU (1996), *Plan d'action pour la gestion des déchets ménagers et industriels à Ouagadougou et à Bobo-Dioulasso*, mai 1996.

PSAE/VIIe FED (1996), *Etude de la filière des cuirs et peaux du Burkina Faso et des améliorations souhaitables*.

D°) Textes législatifs et réglementaires

A.D.P., Loi N° 002/ADP/94 du 19/01/94 portant *Code de l'Environnement au Burkina Faso (ancien)*.

A.D.P., Loi N° 005/ADP/97 du 30/01/97 portant *Code de l'Environnement au Burkina Faso (nouveau)*.

A.D.P., Loi N° 014/ADP/96 du 23/05/96 portant *Réorganisation Agraire et Foncière au Burkina Faso*.

A.D.P., Loi N°62/ADP/95 du 14/12/95 portant *Code des Investissements au Burkina Faso*.

A.D.P., Loi N°53/ADP/95 du 6/11/95 portant *modification de la classification des matières premières destinées aux unités industrielles*.

P.F., Décret N°94-086/PRES du 17/02/94 portant *promulgation du Code de l'Environnement au Burkina Faso (ancien)*.

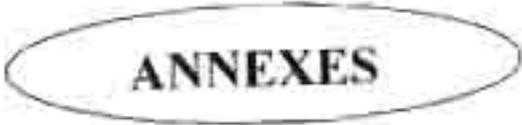
P.F., Décret N°97-110/PRES du 17/03/97 portant *promulgation du Code de l'Environnement au Burkina Faso (nouveau)*.

- P.F, Décret N°96-11/PRES du 17/01/96 portant promulgation du Code des Investissements au Burkina Faso.
- P.F, Décret N°96-235/PRES/PM/MCIA/MEF du 3/07/96 fixant les conditions d'application du Code des investissements au Burkina Faso.
- P.F, Kiti N°85-404/CNR/PRES portant application de la Réorganisation Agraire et Foncière au Burkina Faso.
- P.F, Décret N° 97-054/PRES/PM/MEF du 6/02/97 portant conditions et modalités d'application de la Réorganisation Agraire et Foncière au Burkina Faso.

E°) Thèses et Mémoires

- ABDOULAYE S.** (1997), *Internalisation des coûts de pollutions industrielles: cas des tanneries SBMC et TAN ALIZ à Ouagadougou (Burkina Faso)*, Mémoire de D.E.A, FASEG, Université de Ouagadougou.
- BALIMA A.** (1996), *La protection de l'environnement urbain au Burkina Faso*, Mémoire d'Administrateur Civil, ENAM, Ouagadougou.
- HOLYGUENA B. K.** (1993), *Etude des performances de la station de traitement des eaux usées de FASO FANI: Contribution à l'amélioration de son fonctionnement*, Mémoire d'Ingénieur d'équipement rural, EIER, Ouagadougou.

- KABORE C-Y.** (1996), *Composition chimique et valeur nutritive des herbacés et ligneux des pâturages naturels soudanais et des sous-produits du Burkina Faso*. Thèse d'Etat en Agronomie, Université de Ouagadougou.
- KINVI M.** (2000), *Impacts environnementaux d'une industrie minière: cas de l'Office Togolais des Phosphates (OTP)*. Mémoire de D.E.A, FASEG, Université de Ouagadougou.
- MOHAMADOU M.** (1996), *L'impact des ordures ménagères sur la dégradation de l'environnement en milieu urbain: cas de la ville de Ouagadougou*. Mémoire de DEA/PTCI ès Sciences économiques, Université de Ouagadougou, FASEG.
- N'DIAYE M.** (1997), *Evaluation de la pollution par les rejets industriels dans la ville de Ouagadougou*. Mémoire d'ingénieurs d'équipement rural, EIER, Ouagadougou.
- NGAYE T.** (2000), *Performance du sorgho sous l'influence des cordons pierreux, bandes végétatives et d'amendement organo-minéral à Gampéla*. Mémoire d'Ingénieur Agronome, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso.
- OUSSEINI S. D. T.** (1989), *Contribution à l'étude des peaux et cuirs au Niger*. Thèse de Doctorat en Médecine Vétérinaire, Université Cheikh Anta Diop, EISMV, Dakar.
- TRAORE A.** (1997), *Internalisation des coûts environnementaux dans la politique des prix de l'HUICOMA*. Mémoire de D.E.A, FASEG, Université de Ouagadougou.



ANNEXES

Annexe 1: RESULTATS DE LA REGRESSION PAR LE MODELE LINEAIRE SIMPLE

Dependent Variable : Y				
Method : Least Squares				
Date: 09/27/00 Time: 16:56				
Sample: 1 156				
Included observations: 156				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X1	0.277371	0.102868	2.696378	0.0079
X10	-38206.14	23056.91	-1.657252	0.0998
X11	5622.426	30127.01	0.186624	0.8522
X12	-4515.377	21725.81	-0.207835	0.8357
X13	-624.4314	443.7425	-1.470193	0.1616
X2	0.074409	0.377402	0.197162	0.8440
X3	0.168178	0.828338	0.203030	0.8394
X4	0.076043	0.070065	1.085322	0.2797
X6	0.028748	0.005857	4.908395	0.0000
X9	4788.490	15451.17	0.309911	0.7571
X81	1176.217	839.2370	1.401531	0.1633
X51	7376.053	26236.12	0.281141	0.7790
X52	-10535.35	23866.36	-0.441431	0.6596
X71	-20476.85	50853.26	-0.402665	0.6878
X72	-49754.23	55852.44	-0.885444	0.3775
X73	43860.52	54877.85	0.799239	0.4255
X74	16756.90	50549.68	0.331494	0.7408
X75	3288.861	54798.35	0.060018	0.9522
C	-16347.15	54840.05	-0.298088	0.7661
R-Squared	0.421771			
Adjusted R-Squared	0.345799			
S.E. of regression	89240.22			
Sum squared resid	1.09E+12			
Log likelihood	-1989.482			
Durbin-Watson stat	2.014964			
Mean dependent var	50362.18			
S.D. dependent var	110332.9			
Akaike info criterion	25.74977			
Schwarz criterion	26.12122			
F-statistic	5.551687			
Prob(F-statistic)	0.000000			

Source : Nos calculs à partir des données brutes de l'enquête.

Annexe 2: RESULTATS DES DIFFERENTS TESTS DE WALD

Wald Test			
Equation : Untitled			
Null Hypothesis: C(6)=0 C(7)=0 C(8)=0 C(11)=0 C(12)=0 C(13)=0 C(14)=0 C(15)=0 C(16)=0 C(17)=0			
F-statistic	1.274983	Probability	0.250433
Chi-square	12.74983	Probability	0.237998
Null Hypothesis: C(11)=0 C(12)=0 C(13)=0 C(14)=0 C(15)=0 C(16)=0 C(17)=0			
F-statistic	1.816540	Probability	0.088768
Chi-square	12.71578	Probability	0.079344
Null Hypothesis: C(6)=0 C(7)=0 C(8)=0			
F-statistic	0.423186	Probability	0.736673
Chi-square	1.269557	Probability	0.736374
Null Hypothesis: C(6)=0 C(7)=0 C(8)=0 C(11)=0 C(16)=0 C(17)=0			
F-statistic	0.659217	Probability	0.682658
Chi-square	3.955305	Probability	0.682725

Source : Nos calculs à partir des données brutes de l'enquête.

Annexe 3- RESULTATS DE LA REGRESSION PAR LE MODELE LINEAIRE SIMPLE REDUIT

Dependent Variable : Y				
Method : Least Squares				
Date: 10/04/00 Time: 11:37				
Sample: 1 156				
Included observations: 156				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X1	0.268286	0.100669	2.665018	0.0086
X10	-36563.08	20902.37	-1.749232	0.0824
X11	11563.34	24229.75	0.477485	0.6337
X12	833.4862	20723.37	-0.040220	0.9680
X13	-548.9218	419.6776	-1.307961	0.1930
X6	0.028141	0.005669	4.964258	0.0000
X9	6551.689	14899.46	0.439746	0.6608
X81	1242.594	825.1094	1.505975	0.1343
X52	-16847.00	15823.33	-1.064694	0.2888
X71	-28232.81	28255.02	-0.999214	0.3194
X72	-48299.17	35566.50	-1.337996	0.1766
X73	32229.26	35470.83	0.908613	0.3651
C	-8434.472	28070.58	-0.300474	0.7643
R-Squared	0.415365			
Adjusted R-Squared	0.366306			
S.E. of regression	87830.44			
Sum squared resid	1.10E+12			
Log likelihood	-1990.341			
Durbin-Watson stat	2.013022			
Mean dependent var	50362.18			
S.D. dependent var	110332.9			
Akaike info criterion	25.68386			
Schwarz criterion	25.93801			
F-statistic	8.466451			
Prob(F-statistic)	0.000000			

Source: Nos calculs à partir des données brutes de l'enquête

Annexe 4: RESULTATS DE LA REGRESSION PAR LE MODELE LOGIT

Dependent Variable : Y				
Method : ML- Binary Logit				
Date: 09/27/00 Time: 17:41				
Sample: 1 156				
Included observations: 156				
Convergence achieved after 17 itérations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X1	8.06E-06	3.16E-06	2.540778	0.0041
X10	-0.332465	0.782722	-0.422982	0.2489
X11	1.952863	1.279471	1.544700	0.1542
X12	0.031742	0.664362	0.055408	0.9319
X13	-0.026713	0.016789	-1.587175	0.0334
X2	1.6E-05	5.08E-05	0.356682	0.6124
X3	0.001055	0.208422	0.015063	0.9960
X4	0.6E-06	1.90E-06	0.343244	0.4276
X6	4.8E-06	1.73E-06	0.289317	0.0128
X9	0.363511	0.597124	0.622381	0.1731
X81	0.004495	0.033332	0.114855	0.5387
X51	-1.671221	1.039219	-1.931357	0.0749
X52	-1.876196	0.976196	-2.487673	0.0934
X71	0.427201	1.436219	0.882777	0.6725
X72	-1.506435	1.585011	-0.608915	0.6973
X73	0.942348	1.526364	0.379085	0.2009
X74	0.573019	1.455057	1.645704	0.7296
X75	-0.218054	1.960430	-0.116530	0.8993
C	-1.978902	1.774498	-0.715077	0.4746
McFadden R-Squared	0.408379			
Hannan-Quinn criterion	1.048739			
Avg. log likelihood	-0.327140			
S.E. of regression	0.339278			
Sum squared resid	15.77003			
Log likelihood	-51.03383			
Restr. Log likelihood	-90.86879			
Mean dependent var	0.269231			
S.D. dependent var	0.444989			
Akaike info criterion	0.897870			
Schwarz criterion	1.269326			
LR-statistic (18df)	67.59998			
Prob(LR-statistic)	9.79 E-10			
Obs with Dep=0	114	Total obs	156	
Obs with Dep=1	42			

Source : Nos calculs à partir des données brutes de l'enquête.

Annexe 5: PREDICTION DU MODELE

Dependent Variable : Y						
Method : ML- Binary Logit						
Date: 09/27/00 Time: 17:41						
Sample: 1 156						
Included observations: 156						
Prediction Evaluation (success cutoff C = 0.5)						
	Estimated Equation			Constant Probability		
	Dep=0	Dep=1	Total	Dep=0	Dep=1	Total
P(Dep=1) <= C	113	14	127	120	36	156
P(Dep=1) > C	7	22	29	0	0	0
Total	120	36	156	120	36	156
Correct	113	22	135	120	0	120
% Correct	94.17	61.11	87.18	100.00	0.00	76.92
% Incorrect	5.83	38.89	12.82	0.00	100.00	23.08
Total Gain*	-5.83	61.11	10.26			
Percent Gain*	NA	61.11	44.44			
	Estimated Equation			Constant Probability		
	Dep=0	Dep=1	Total	Dep=0	Dep=1	Total
E(# of Dep=0)	103.93	16.07	120.00	92.31	27.69	120.00
E(# of Dep=1)	16.07	19.93	36.00	27.69	8.31	36.00
Total	120.00	36.00	156.00	120.00	36.00	156.00
Correct	103.93	19.93	123.87	92.31	8.31	100.62
% Correct	86.54	55.37	79.40	76.92	23.08	64.50
% Incorrect	13.46	44.63	20.60	23.08	76.92	35.50
Total Gain*	9.69	32.29	14.91			
Percent Gain*	41.98	41.98	41.98			
<ul style="list-style-type: none"> • Change in "% correct" from default (constant probability) specification • Percent of incorrect (default) prediction corrected by equation 						

Source: Nos calculs à partir des données brutes de l'enquête.

Annexe 6: RESULTATS DU TEST DE WALD

Wald Test			
Equation : Untitled			
Null Hypothesis: C(6)=0 C(7)=0 C(8)=0 C(11)=0 C(12)=0			
F-statistic	0.700913	Probability	0.623669
Chi-square	3.504563	Probability	0.622697

Source.: Nos calculs à partir des données brutes de l'enquête.

Annexe 7: RESULTATS DE LA REGRESSION PAR LE MODELE LOGIT REDUIT

Dependent Variable : Y				
Method : ML- Binary Logit				
Date: 10/04/00 Time: 17:16				
Sample: 1 156				
Included observations: 156				
Convergence achieved after 14 iterations				
Covariance matrix computed using second derivatives				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
X1	8.18E-06	2.86E-06	2.855626	0.0043
X10	-0.342528	0.771700	-0.442714	0.6580
X11	2.306598	0.922236	2.501094	0.0124
X12	-0.067570	0.634480	-0.106497	0.9152
X13	-0.022811	0.016491	-1.383263	0.1666
X6	4.95E-07	1.90E-07	2.602255	0.0093
X9	-0.290235	0.569526	0.509608	0.6103
X81	-0.002514	0.032526	-0.077303	0.9384
X51	-1.217234	0.899880	-1.352663	0.1762
X52	-1.500275	0.854412	-1.755915	0.0791
X72	-1.644315	0.978539	-1.680368	0.0929
X73	0.661693	0.822763	0.804232	0.4213
X74	0.620212	0.763910	0.811892	0.4169
C	-2.394720	1.204330	-1.988426	0.0468
McFadden R-Squared	0.383260			
Hannan-Quinn criterion	0.956986			
Avg. log likelihood	-0.333166			
S.E. of regression	0.336105			
Sum squared resid	16.04129			
Log likelihood	-51.97385			
Restr. Log likelihood	-84.27185			
Mean dependent var	0.230769			
S.D. dependent var	0.422682			
Akaike info criterion	0.845819			
Schwarz criterion	1.119524			
LR-statistic (13df)	64.59599			
Prob(LR-statistic)	7.82 E-09			
Obs with Dep=0	120	Total obs	156	
Obs with Dep=1	36			

Source : Nos calculs à partir des données brutes de l'enquête.

Annexe 8: PREDICTION DU MODELE

Dependent Variable : Y						
Method : ML- Binary Logit						
Date: 10/04/00 Time: 17:16						
Sample: 1 156						
Included observations: 156						
Prediction Evaluation (success cutoff C = 0.5)						
	Estimated Equation			Constant Probability		
	Dep=0	Dep=1	Total	Dep=0	Dep=1	Total
P(Dep=1)≤C	112	14	127	120	36	156
P(Dep=1)>C	8	21	29	0	0	0
Total	120	36	156	120	36	156
Correct	112	21	133	120	0	120
% Correct	93.33	58.33	85.26	100.00	0.00	76.92
% Incorrect	6.67	41.67	14.74	0.00	100.00	23.08
Total Gain*	-6.67	58.33	8.33			
Percent Gain*	NA	58.33	36.11			
	Estimated Equation			Constant Probability		
	Dep=0	Dep=1	Total	Dep=0	Dep=1	Total
E(# of Dep=0)	103.93	16.20	120.00	92.31	27.69	120.00
E(# of Dep=1)	16.20	19.80	36.00	27.69	8.31	36.00
Total	120.00	36.00	156.00	120.00	36.00	156.00
Correct	103.93	19.80	123.60	92.31	8.31	100.62
% Correct	86.50	54.99	79.23	76.92	23.08	64.50
% Incorrect	13.50	45.01	20.77	23.08	76.92	35.50
Total Gain*	9.57	31.92	14.73			
Percent Gain*	41.49	41.49	41.49			
<ul style="list-style-type: none"> • Change in "% correct" from default (constant probability) specification • Percent of incorrect (default) prediction corrected by equation 						

Source : Nos calculs à partir des données brutes de l'enquête.

**ECOLE INTER-ETATS D'INGENIEURS DE L'EQUIPEMENT RURAL (EIER)
03 BP 7023 OUAGADOUGOU 03 Tél : 31 27 23**

Analyse /98

Date de prélèvement: 21/07/98

Lieu de prélèvement: TAN ALIZ

Demandeur: ABDOULAYE Senghor/ TAN ALIZ

**Annexe 9: RESULTATS D'ANALYSE PHYSICO-CHEMIQUE DES EAUX USEES
DE TAN ALIZ (mg/l)**

N°	Paramètres	Entrée station	Sortie station
1	Température	27,5	26,2
2	PH à 25°C	12,5	12,46
3	Conductivité électrique à 20°C	15 610	12 050
4	Oxygène dissous	1,8	1,6
5	Saturation	24	23
6	Potentiel redox	-637	-600
7	Azote ammoniacal	-	-
8	Azote KJELDAHL	-	-
10	DBO ₅	1,757	24,240
11	DCO	19,540	1,713
12	Matières décantables	250	200
13	Matières minérales	16,340	15,882
14	Matières organiques	10,866	7,400
15	Matières sèches totales	27,206	23,282
16	Matières en suspension	19,182	20,368
17	Chrome trivalent	23	17
18	Chrome hexavalent	0	0
19	Sulfures	2,000	1,400
20	Hydrogène sulfuré	2,120	1,484

Source: Analyse demandée par nous-mêmes au Laboratoire Génie sanitaire de l'EIER.

**ECOLE INTER-ETATS D'INGENIEURS DE L'EQUIPEMENT RURAL (EIER)
03 BP 7023 OUAGADOUGOU 03 Tél : 31 27 23**

Analyse /98

Date de prélèvement: 31/10/98

Lieu de prélèvement: BRAKINA

Demandeur: ABDOULAYE Senghor/ BRAKINA

**Annexe 10: RESULTATS D'ANALYSE MICROBIOLOGIQUE DES EAUX USEES
DE LA BRAKINA(mg/l)**

N°	Paramètres	Valeurs
1	Température	31
2	PH à 25°C	6,3
3	Azote ammoniacal	18,6
4	Azote KJELDAHL	33,6
5	DBO ₅	240
6	DCO	560
7	Matières minérales	4,9
8	Matières organiques	23,8
9	Matières sèches totales	28,7
10	Matières en suspension	12,2

Source: Analyse demandée par nous-mêmes au Laboratoire Génie sanitaire de l'EIER.

LABORATOIRE AINA
DEPARTEMENT DES EAUX USEES
01 BP 2430 OUAGA 01 Tél 36 25 73

Analyse /98

Date de prélèvement: 31/10/98

Lieu de prélèvement: BRAKINA

Demandeur: ABDOULAYE Senghor/ BRAKINA

Annexe 11: RESULTATS D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX USEES
DE LA BRAKINA(mg/l)

N°	Paramètres	Valeurs
1	Alcalis libres	0
2	Ammonium	5
3	Bicarbonates	122
4	Calcium	0
5	Carbonates	123,6
6	Chlorures	561
9	Conductivité électrique à 20°C	2.060
12	Dureté totale	44,9
13	Fer total	0,3
18	Nitrites	0,25
19	Nitrates	10,56
20	Oxygène dissous	5
21	Phosphore	0,23
22	Potassium	6,6
23	Sels dissous	1.028
24	Sodium	51,6
25	Titre alcalimétrique complet	10
26	Turbidité	5

Source: Laboratoire AINA, Département des eaux, extrait des résultats d'analyse physico-chimique d'un échantillon d'eaux usées de la BRAKINA.

Annexe 12: NORMES POUR LE DEVERSEMENT DES EAUX USEES AU NIGERIA
(en mg/l sinon précisé)

N°	Paramètres	En eaux de surface	Sur le sol
1	Argent	0,1	-
2	Arsenic	0,1	-
3	Baryum	5	5
4	Bore	5	5
5	Cadmium	< 1	-
6	Calcium	200	-
7	Chlore libre	1,0	-
8	Chlorures	600	600
9	Chrome (III et VI)	< 1	-
10	Coliformes (MPN/100 ml)	400	500
11	Composés de phénol	0,2	-
12	Couleur (unités Lovibond)	7	-
13	Cuivre	< 1	-
14	Cyanure	0,1	-
15	DBO ₅ (à 20°C)	30	50
16	Etain	10	10
17	Fer	20	-
18	Huiles et Graisses	10	20
19	Magnésium	200	-
20	Manganèse	5	-
21	Matières en suspension	30	-
22	Matières totales dissoutes	2000	2000
23	Mercuré	0,05	-
24	Métaux totaux	3	-
25	Nickel	< 1	-
26	Nitrate	20	-
27	PCB	< 0,03	0,03
28	Pesticides	< 0,01	< 0,01
29	PH	6-9	6-9
30	Phosphate	5	10
31	Plomb	< 1	-
32	Sélénium	< 1	-
33	Sulfures	0,2	-
34	Sulfates	500	1000
35	Température	< 40	< 40
36	Zinc	< 1	-

Source: Extrait de "Normes de protection de l'environnement", proposition pour le Burkina Faso faite par Dr Ousseynou GUENE, *Faet eau et sol*, Rapport provisoire, juillet 1999, P.100.

Annexe 13: NORMES POUR LE DEVERSEMENT DES EAUX USEES EN EGYPTÉ
(en mg/l sinon précisé)

N°	Paramètres	Valeurs limites
1	Aluminium	3
2	Ammoniac	3
3	Argent	0,1
4	Arsenic	0,05
5	Baryum	2
6	Cadmium	0,05
7	Chrome (III et VI)	1
8	Cobalt	2
9	Coliformes fécaux (CF/100 ml)	5000
10	Couleur	-
11	Cuivre	1,5
12	Cyanure	0,1
13	DBO ₅	60
14	DCO	100
15	Fer	1,5
16	Fluor	1
17	Huiles et Graisses	15
18	Manganèse	1
19	Matières en suspension	60
20	Matières totales dissoutes	2000
21	Mercuré	0,005
22	Nickel	0,1
23	Nitrate	40
24	Pesticides	0,2
25	PH	6-9
26	Phéni	1
27	Phosphate	5
28	Piomb	0,5
29	Sulfures	1
30	Température	Temps local + 10
31	Turbidité	50
32	Zinc	5

Source: Extrait de "Normes de protection de l'environnement", proposition pour le Burkina Faso faite par Dr Ousseynou GUENE. *Volet eau et sol*. Rapport provisoire, juillet 1999, P.101

Annexe 14: NORMES POUR LE DEVERSEMENT DES EAUX USEES EN TUNISIE
(en mg/l sinon précisé)

N°	Paramètres	Cours d'eau	Egout
1	Aluminium	5	10
2	Antimoine	0,1	0,2
3	Argent	0,05	0,1
4	Arsenic	0,05	0,1
5	Azote organique et ammoniacal	1	100
6	Baryum	0,5	10
7	Béryllium	0,01	0,05
8	Bioxyde de chlore	0,05	0,05
9	Bore	2	2
10	Brome actif	0,05	1
11	Cadmium	0,005	0,1
12	Calcium	500	Fixer selon le cas
13	Chlore actif	0,05	1
14	Chlorures	600	700
15	Chrome III	0,5	2
16	Chrome VI	0,01	0,5
17	Cobalt	0,1	0,5
18	Coliformes fécaux (CF/100 ml)	2000	-
19	Cuivre	0,5	1
20	Cyanure	0,05	0,5
21	DBO ₅	30	400
22	DCO	90	1000
23	Etain	2	2
24	Fer	1	5
25	Fluorures dissous	3	3
26	Huiles saponifiables et Graisses	10	30
27	Hydrocarbures aliphatiques minéraux	2	10
28	Magnésium	200	300
29	Manganèse	0,5	1
30	Matières en suspension	30	400
31	Matières décantables	0,1	-
32	Mercuré	0,001	0,01
33	Molybdène	0,5	5
34	Nickel	0,2	2
35	Nitrates	50	90
36	PH	6,5-8,5	6,5-9
37	Phénol	0,002	1
39	Phosphore PO ou Phosphore total	0,5	10
40	Plomb	0,1	1
41	Potassium	50	50
42	Sélénium	0,05	1
43	Sodium	300	1000
44	Sulfures	0,1	0,1
45	Température	25	25
46	Zinc	5	5

Source: Extrait de "Normes de protection de l'environnement", proposition pour le Burkina Faso faite par Dr Ousseynou GUENE, *Volet eau et sol*, Rapport provisoire, juillet 1999, P. 102.

Annexe 15: NORMES POUR LE DEVERSEMENT DES EAUX USEES DANS LES PAYS DE LA CEE (en mg/l sinon précisé)

N°	Paramètres	Valeurs limites
1	Alcalis libres	-
2	Ammonium	0,5
3	Bicarbonates	-
4	Calcium	100
5	Carbonates	-
6	Chlorures	200
7	Cobalt	-
8	Coliformes fécaux (CF/100 ml)	-
9	Conductivité électrique à 20°C	400
10	DBO ₅	200
11	DCO	800
12	Dureté totale	50°F
13	Fer total	0,3
14	Magnésium	50
15	Manganèse	0,05
16	Matières en suspension	400
17	Matières totales dissoutes	1500
18	Nitrites	0,1
19	Nitrates	50
20	Orthophosphates	5
21	Oxygène dissous	6,5-8
22	PH	6,5-8,5
23	Phosphore	2
24	Potassium	12
25	Sels dissous	-
26	Sodium	100
27	Sulfates	250
28	Température	35
29	Titre alcalimétrique	-
30	Titre alcalimétrique complet	-
31	Turbidité	-
32	Zinc	-

Source: Laboratoire ATNA, Département des eaux, extrait des résultats d'analyse physico-chimique d'un échantillon d'eaux usées de la BRAKINA, octobre 1998.

**Annexe 16: NORMES POUR LE DEVERSEMENT DES EAUX USEES RECOMMANDEES PAR
L'OMS (en mg/l sinon précisé)**

N°	Paramètres	Valeurs limites
1	Alcalis libres	-
2	Ammonium	0,5
3	Bicarbonates	-
4	Calcium	90
5	Carbonates	-
6	Chlorures	100
7	Cobalt	-
8	Coliformes fécaux (CF/100 ml)	-
9	Conductivité électrique à 20°C	200
10	DBO ₅	200
11	DCO	800
12	Dureté totale	40°F
13	Fer total	0,03
14	Magnésium	20
15	Manganèse	0,05
16	Matières en suspension	200
17	Matières totales dissoutes	1000
18	Nitrites	0,1
19	Nitrates	30
20	Orthophosphates	2
21	Oxygène dissous	6
22	PH	6,5-8,5
23	Phosphore	2
24	Potassium	10
25	Seis dissous	-
26	Sodium	100
27	Sulfates	200
28	Température	35
29	Titre alcalimétrique	-
30	Titre alcalimétrique complet	-
31	Turbidité	-
32	Zinc	-

Source: Valeurs guides pour la qualité des eaux de surface, OMS, 1998.

AVERTISSEMENT!

L'Université de Ouagadougou n'entend donner aucune approbation, ni improbation
aux opinions émises dans les thèses.

Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.