



Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
International Institute for Water and Environmental Engineering



UTER : GESTION ET VALORISATION DE L'EAU ET ASSAINISSEMENT (GVEA)

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE DU BASSIN DE LA VOLTA AU BURKINA FASO: DIAGNOSTIC, SUIVI DE LA QUALITE ET ETAT DES LIEUX DES SOURCES DE POLLUTION.

**MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU MASTER SPECIALISE
EN GESTION INTEGREE DES RESSOURCES EN EAU
(GIRE)**

Présenté et soutenu publiquement le 26 Juin 2008 par

Philippe LINDOU LINDOU

Sous l'encadrement :

Professionnel du:

et

Académique du :

Dr **Charles BINEY**, DGi de l'ABV
Ing. **Nathalie BENARROSH**, Coord. Technique du Projet
Volta-HYCOS

Dr **Angelbert BIAOU**,
Enseignant-chercheur au 2iE
UTER: GVEA

Sous la supervision du:

Pr. **Hamma Yacouba**, Chef d'UTER GVEA

Promotion

2007/2008

DEDICACE

A

MON FEU PERE LINDOU PHILIPPE,

A

MA MAMAN VEUVE LINDOU NEE NAPKAIN MARIE

A

MA GRANDE SOUER NGOUGA LINDOU FLORENCE,

A

MON FEU FRERE CADET MATAGNIGNI LINDOU
ROGER

JE DEDIE CE TRAVAIL, VITRINE DE MON
PASSAGE A L'INSTITUT INTERNATIONAL
D'INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
DE OUAGADOU

REMERCIEMENTS

Parce que dans la réalisation de chaque œuvre dans notre vie, le Seigneur sait placer des hommes ressources, je lui rends grâce et remercie toutes ces personnes.

Aussi, tous mes remerciements vont à l'endroit:

- De Monsieur Paul Giniès, Directeur Général du 2iE dont le sens managérial exceptionnel permet une bonne marche de l'Institution ;
- De la Commission Européenne pour le financement de notre formation ;
- Du Pr Hamma Yakouba, Chef de l'UTER GVEA pour la définition du sujet de cette étude;
- Du Charles Biney, Directeur par intérim de l'Autorité du Bassin de la Volta pour avoir accepté de co-encadrer ce travail en dépit de ses multiples occupations;
- Du Dr Harouna Karambiri, Responsable de notre filière pour les efforts consentis dans l'encadrement de la première promotion GIRE;
- Du Dr Angelbert Biaou enseignant chercheur au 2iE pour son encadre académique et dont le souci de partage du savoir est sans précédent;
- De Monsieur Jacop Tumbulto, Coordonnateur du Projet Volta-HYCOS pour avoir accepté de nous recevoir comme stagiaire au sein de son service;

A Mademoiselle Nathalie Bennarosh, Coordinatrice Technique du projet Volta-HYCOS qui a tout fait pour la réalisation de ce travail et dont l'encadrement professionnel s'est presque transformé en sacerdoce, je lui exprime ici toute ma reconnaissance et ma très profonde gratitude.

A tous ceux qui m'ont été d'un quelconque soutien pour ces études, je vous prie de recevoir ici l'expression de ma gratitude.

- Merci à ma grande famille paternelle et maternelle ;
- Merci à Mmes Chinda née Ayiagnigni Monique, Nkake Louise, Paro Amina, Mbouagoure Anne;
- Merci à MM Pechagou Paul, Chimoun Salomon, Yampen Lamère Roger, Paro Seidou;
- Merci à mes frères et sœurs Valérie, Moreille, Sylvie, Angèle, Eric, LINDOU pour leurs patiences.
- Merci à vous tous que je me réserve de citer ici

RESUME

Le bassin de la Volta est un bassin international partagé par six pays à savoir le Bénin, le Burkina Faso, la Côte d'Ivoire, le Ghana le Mali et le Togo. Depuis quelques années, ce bassin fait l'objet de beaucoup d'attentions à cause de la vulnérabilité de ses ressources en eau aux changements climatiques et à la variabilité climatique et des conflits d'usage. Pour assurer une gestion rationnelle et intégrée de ces ressources et sauvegarder l'environnement et l'écosystème, l'Autorité du Bassin de la Volta (ABV) a été créée le 19 janvier 2007 à Ouagadougou.

La jeune autorité bénéficie dans l'exercice de ses fonctions de l'appui technique des projets installés dans le bassin. Parmi ces projets, se trouve le projet Volta-HYCOS. Le projet appui les pays du bassin dans la gestion conjointe des ressources transfrontalières en eaux. Très peu d'études ont été menées à l'échelle régionale sur la qualité des eaux et le transfert des polluants et des sédiments de l'amont à l'aval. Cependant la connaissance de la qualité de ces eaux est nécessaire pour une gestion intégrée de cette ressource.

Le bassin de la Volta au Burkina Faso, zone de l'étude a été identifié par le projet Volta HYCOS pour la première phase de l'étude de la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta. Dans cette zone, les principales sources de pollution sont encore males connues ainsi que le système de suivi de la qualité. Le but de cette étude est de contribuer à l'étude de la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta au Burkina Faso par un diagnostic des sources de pollution et par une analyse du système de suivi de la qualité des ces ressources. Elle constitue une étude préalable pour la mise en place d'un programme de suivi de la qualité. Pour mener à bien cette étude, plusieurs services étatiques et paraétatiques en relation avec le sujet ont été visités. Ceci a permis d'avoir une idée sur l'état des suivis de la qualité des eaux. Les sources de pollution identifiées dans la zone d'étude sont localisées à la zone industrielle de Bobo Dioulassou et de Ouagadougou. En effet, il ressort de ces investigations que bien, que l'industrie soit un peu moins développée au Burkina Foso, elle constitue la principale source. La pollution d'origine industrielle prime sur la pollution d'origine agricole, domestique et minière. La pollution d'origine animale est considérée comme négligeable devant les autres sources de pollution dans la zone d'étude.

Les rejets d'eaux résiduelles sont estimés à $1\,327\text{ m}^3/\text{J}$ à Bobo Dioulasso. Plusieurs industries ne disposent pas de stations de traitement des déchets liquides. Quelques unes d'entres elles disposent d'un système de collecte et de d'épuration non adapté avec un rendement de traitement presque nul. D'autres par contre n'en disposent pas et rejettent directement dans la nature. À la zone industrielle de Bobo Dioulasso, l'essentiel des eaux usées industrielles est déversée dans le canal dit BRAKINA et est drainée par le Bingbélé. Les principales unités industrielles productrices de déchets sont d'une part, La SN-CITEX (avec ses $150\text{ m}^3/\text{J}$ d'eaux usées chargées en soudes, graisses, savons), la BRAKINA (qui déverse $536\text{ m}^3/\text{j}$ de produits chlorés et les trimé thanes), l'Hôpital Sanon Sourou (dont les eaux usées estimées à $150\text{ m}^3/\text{J}$ ont une charge organique et bactériologique importante), la CBTM pour la zone industrielle de Bobo Dioulasso et d'autres part, l'ABATOIRE FRIGORIFIQUE de Ouagadougou, TAN-ALIZ, l'hôpital YALGADO OUEDRAGO, et la BRAKINA à Ouagadougou etc. La surveillance des rejets industriels au Burkina Faso est encore à une étape embryonnaire et se limite à une simple sensibilisation. Dans la mine d'or de Kaya , c'est l'extraction de l'or par la gravimétrie, l'amalgamation, la flottation et la lixiviation au cyanure qui présente des risques de pollution pour les ressources en eaux. La Vallée du Kou, la plaine aménagée de Banzon, la vallée du Sourou , le périmètre rizicole de Niassan, le lac Bam , le périmètre irrigué de Bagré, et de Mogtédou sont les principaux périmètres irrigués identifiés de la zone d'étude où une attention

particulière doit être portée. La vallée de Kou est particulièrement indexée pour sa concentration élevée de l'alpha-endosulfane. Les eaux issues du périmètre irrigué de Bagré au Burkna Faso sont soupçonnées de polluer les eaux du lac Volta au Ghana. Les régions cotonnières de Houndé, Peni, Danou, Salenzo, Ziga (Dédougou) et Boromo utilisent une très gamme des intrants agricoles, ce qui n'est pas sans conséquences sur la qualité des eaux.

L'étude a permis de réaliser que le réseau de suivi de la qualité des eaux de surface est encore peu représentatif pour donner une idée précise sur l'état de la qualité des eaux. Le suivi de la qualité est assuré par la DGRE avec ses neuf sites dans le Nakambé et trois dans le Mouhoun. Ces sites constituent les 62, 5% du réseau national. L'ONEA suit la qualité des eaux de ses sites de prélèvement. Elle en a douze dans la zone d'étude. Enfin un programme de suivi a été installé dans la partie Sud Ouest du pays par le programme RESO. Mais, depuis 2001 ce réseau ne fonctionne plus par manque de moyens. Le taux de suivi au cours des cinq dernières années est inférieur à 50% au niveau de la DGRE. Les sites de suivi de la DGRE sont: les barrages 2 et 3 de Ouagadougou, le barrage de Bagré, le barrage de Goiré, de Lombila, de Komièga, le Lac Bam, les cours d'eau de Nakambé (à Wayen), le Nazigon (à Nombéré) dans le Nakambé et les sites de Mouhoun (à Boromo), le barrage de Lery, le Mouhoun à Dapola dans le bassin du Mouhoun. Le laboratoire de la DGRE ne dispose pas à ce jour d'un protocole écrit d'échantillonnage et d'analyse. En outre, ce laboratoire n'est pas certifié. Ce qui ne permet pas d'avoir une fiabilité de ses analyses. En plus, les variables suivies concernent essentiellement la qualité de l'eau potable. La fréquence d'échantillonnage est faible et aléatoire, le choix des paramètres n'est pas optimal, le traitement des échantillons n'est pas correct, le calibrage des instruments d'analyse n'est pas régulière. Seule les analyses de l'ONEA pourront permettre d'avoir une idée précise de la qualité des eaux.

L'étude recommande une surveillance systématique des eaux usées industrielles par la police de l'environnement, un suivi permanent de eaux sortant des périmètres irrigués identifiés, l'élaboration et la validation d'un protocole d'échantillonnage et d'analyse pour le laboratoire de la DGRE, la certification des laboratoires de la DGRE et de l'ONEA, l'introduction de l'analyse des sédiments afin de prendre en compte certains pesticides, les métaux lourds et les produits pétroliers qui s'y accumulent.

Mot clés: Bassin de la Volta, Vulnérabilité, ABV, Vota-HYCOS, Qualité, Eaux, Pollution, suivi, Industries, DGRE, ONEA, Vallée du Kou, Environnement, Certifié, Protocole, Analyse

ABSTRACT

The Volta basin is an international basin covering six countries which include: Benin, Burkina Faso, Ivory Coast, Ghana, Mali and Togo. In recent times, this basin has been subject of great attention as a result of the vulnerability of her water resources due to climatic changes, climate variation and conflicts over her use. In a bid to insure the rational and integrated management of her resources while preserving the environment and ecosystem; the Volta Basin Authority (VBA) was created on the 19th of January 2007 at Ouagadougou.

The newly created Authority benefits from the technical assistants of projects carried out in the basin in the exercise of her duty. Amongst these projects is the Volta-HYCOS. This project assists in the management of trans-border water resources of the Volta basin countries. No indepth studies have been carried out on a regional basis on the quality of water and transfer of pollutants and sediments from upstream to downstream. Knowledge on the quality of these waters is nevertheless vital for the integrated management of the resource.

The Volta basin in Burkina Faso, area of the study, has been identified by the Volta HYCOS project for the first phase of study of the quality of surface water of the Volta basin. In this zone, the principal sources of pollution are till date unknown as well as the follow up system of the quality of this resource. This will count as a preliminary study for the putting in place of a quality assurance program. In a bid to carry out this study successfully, several public and para-public services have been visisted in relation to the subject. This has given us an idea on the level of follow up of water quality. The sources of pollution identified in the study zone are found principally in the industrial zones of Bobo Dioulassou and Ouagadougou. The results of this investigation show that though industrial sector is not well developed in Burkina Faso, it constitutes the principal source of pollution. Industrial pollution was seen to be higher as opposed to pollution from agriculture, mining and domestic activities. Pollution from animal sources is considered as negligible in the study area.

At Bobo Dioulassou, spilled residual water is estimated at $1327\text{m}^3/\text{J}$. Several industries do not have water and waste liquid treatment stations. Some of these industries have collection and purification systems which are not only poorly adapted, but for many have a near zero treatment yield. Others simply do not have and thus dispose of their waste water directly into nature. At the Bobo Dioulassou industrial zone, most of the waste waters pour directly into the BRAKINA canal and are drained by the « Bimbele ». The principal waste producing industrial units are on the one hand : SN-CITEX (with $150\text{m}^3/\text{J}$ of waste water rich in caustic soda, fats and soaps), BRAKINA (spills $536\text{m}^3/\text{J}$ of chlorinated products and trimthanes), the Sanon Sourou hospital (with an estimated $150\text{m}^3/\text{J}$ of waste water rich in organic matter with a very high bacterial load), CBTM for the Bobo Diolassou industrial zone and on the other hand, «Abatoire Frigorifique de Ouagadougou », TAN-ALIZ, the Yalgado Ouedrago hospital and BRAKINA for Ouagadougou. The monitoring of industrial waste in Burkina Faso is still in its embryonic phase and is limited simply to sensitization. In the Kaya gold mine, it is the extraction of gold by gravimetry, amalgamation, flotation and cyanide aided lixiviation that presents the main risk of pollution to water resources, the Kou valley, the Banzon plain, the Sourou valley, the rice cultivation Perimeter of Niasson, the Bam lake, the Bagre and Mogtedo irrigated perimeter are the principal

identified irrigated perimeters that need specific attention. The Kou valley is particularly pointed out for its high concentration in alphaendosulphane. The waters of the Bagre irrigated perimeter in Burkina Faso, are suspected to be polluting the Lake Volta in Ghana. The cotton cultivation regions of Hounde, Peni, Danou, Salenzo, Ziga(Dedougou) and Boromo (Mouhoun River) use a large scope of agricultural entrants, as such this must have some consequences on the quality of water.

This study has brought to the lime light the fact that the follow up network for surface waters is still insufficiently represented to give a precise idea on the state of water quality. The quality follow up is carried out by DGRE in synergy with its 9 sites at Nakambe and 3 in the Mahoun. These sites comprise 62.5% of the national network. ONEA controls the quality of water of its sampling sites which in the study zone are 12 in number. A follow up program has been put in place in the South Western part of the country by the RESO program. Nevertheless, this network stopped functioning since 2001 due to lack of running means. The level of follow up these last 5 years is lower than 50 % at the level of the DGRE. The follow up sites of the DGRE are : Dam 2 and 3 of Ouagadougou, the Bagre dam, the Goire dam, the Lombila, the Kompiega, the Bam lake, the Nakambe water body and the Mahoun(Boromo) sites, the Lery dam, the Mahoun at Dapola in the Mahoun basin. The DGRE laboratories to date do not possess a written sampling protocol. Besides, this laboratory is not accredited, therefore reducing the worthiness of its analysis. Moreover, the variables controlled concern essentially the quality of portable water. The sampling frequency is low and arbitrary, the choice of parameters is not optimal, the treatment of samples is incorrect, the calibration of analytical equipment is irregular. Only ONEA analysis could give a precise idea on water quality.

This study recommends a systematic surveyance of industrial waters by an environmental monitoring network, a permamnet follow up of waters from identified irrigated perimeters, the elaboration and validation of an analysis and sampling protocol for the DGRE laboratory, the accreditation of the DGRE and ONEA laboratories, the introduction of sediment analysis in order to evaluate the effect of pesticides, heavy metals and petroleum and petrochemical products whose accumulation is evident.

Key Words : Volta Basin, Vulnerability, VBA, Volta HYCOS, Quality, Water, Pollution, control, Industries, DGRE, ONEA, Kou Valley, Environment, Certification, Protocol, Analysis

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION GENERALE	6
I. INTRODUCTION GENERALE	6
I.1 PROBLEMATIQUE.....	6
I.2 OBJECTIFS DE L'ETUDE ET RESULTATS ATTENDUS	7
I.3 METHODOLOGIE.....	8
CHAPITRE I : PRESENTATION DU BASSIN INTERNATIONAL DE LA VOLTA ET ZOOM SUR LE BASSIN DE LA VOLTA AU BURKINA FASO	9
I. PRESENTATION SOMMAIRE DU BASSIN VERSANT INTERNATIONAL DE LA VOLTA	9
II. LE PROJET VOLTA-HYCOS ET L'ABV.....	11
III. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE : LE BASSIN DE LA VOLTA AU BURKINA.....	12
III.1. DONNEES PHYSIQUES	12
<i>III.1.1. Situation et cartographie.....</i>	12
III.1.2. Le climat.....	13
III.1.3. L'hydrologie	14
III.1.4 Relief, sols et végétation.....	16
III.2. USAGE DE L'EAU	17
CHAPITRE II : ETUDE DE LA POLLUTION DES EAUX DE SURFACE DANS LE BASSIN DE LA VOLTA AU BURKINA FASO.....	19
I. GENERALITES SUR LA POLLUTION DANS LA ZONE D'ETUDE.....	19
II. PRINCIPALES SOURCES DE POLLUTION DANS LE BASSIN DE LA VOLTA AU BURKINA FASO.	22
II.1. SOURCES DE POLLUTION DANS LE SOUS-BASSIN DU MOUHOUN.....	22
II.1.1. Pollution d'origine agricole	22
II.1.2. Pollution d'origine domestique.....	24
II.1.3. Pollution d'origine industrielle.....	26
II.2. SOURCES DE POLLUTION DANS LE SOUS-BASSIN DU NAKAMBE	32
II.2. 1. Pollution d'origine agricole	32

II.2.2. Pollution d'origine domestique.....	33
II.2.3 Pollution d'origine industrielle.....	34
III. MODELES DE TRANSFERT DES POLLUANTS DE LA SOURCE A LA RESSOURCE	36
IV. LES CONSEQUENCES DE LA POLLUTION DES EAUX DE SURFACE DANS LE BASSIN DE LA VOLTA (Partie Burkina)	39
CHAPITRE III : SYNTHESE SUR LE SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE DU BASSIN DE LA VOLTA AU BURKINA	1
I. SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE.....	1
I.1. LEGISLATIONS ET NORMES (DE LA QUALITE) SUR LES EAUX AU BURKINA.....	1
I.2. Réseaux de suivi de la qualité des eaux de surface	2
I.2.1. La DGRE	3
I.2.2. Le programme Ressources en Eau du Sud Ouest (RESO).....	5
I.2.3. Le programme GIRE.....	6
I.2.4. L'ONEA	6
I.3. Les Laboratoires de suivi de la qualité	7
II. FORCES ET FAIBLESSES DU RESEAU DE SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE AU BURKINA FASO	10
II.1. FORCES.....	10
II.2. FAIBLESSES	10
III. PROPOSITIONS POUR UN MEILLEUR SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE DU BASSIN DE LA VOLTA AU BURKINA AU BURKINA FASO	11
III.1. PROPOSITIONS SUR LES TYPES SITE DE SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE.....	11
II.2. PARAMETRE A SUIVRE	12
CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS	15
BIBLIOGRAPHIE	17
ANNEXE	18

LISTE DES ABREVIATIONS

ABV	: Autorité du Bassin de la Volta
HYCOS	: Système d'Observation du Cycle Hydrologique
OMM	: Organisation Météorologique Mondiale
DGRE	: Direction Générale des Ressources en Eau
ONEA	: Office National de l'Eau et de l'Assainissement
VRESO	: Valorisation des Ressources en Eau du Sud Ouest
LNAE	: Laboratoire National d'Analyse des Eaux
PAGEV	: Projet pour l'Amélioration de la Gouvernance de l'Eau du bassin de la Volta
GIRE	: Gestion Intégrée des Ressources en Eau
GEF	: Projet du Fond Mondial pour l'Environnement
FFEM	: Fonds Français pour l'Environnement Mondial
IRD	: Institut de Recherche pour le Développement
PH	: Potentiel d'Hydrogène
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
OM	: Ordure Ménagère
SDGD	: Schéma Directeur des Gestions des Déchets
DCO	: Demande Chimique en Oxygène
LNSP	: Laboratoire National de Santé Public
SIEau	: Système National d'Information sur l'Eau
GPS	: Global Position System
INERA	: Institut National de l'Environnement et de la Recherche Agricole
IWACO	: International Water Cooperation
OTEG	: Outil Technique de Gestion
2iE	: Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (EIER-ESTHER)
AIEA	: Agence Internationale d'Energie Atomique
UEMOA	: Union Economique et Monétaire Ouest Africaine
MECV	: Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Liste des Tableaux

Tableau 1: Les pays du bassin de la Volta	9
Tableau 2: Répartition du Bassin de la Volta au Burkina	13
Tableau 3 : Principaux barrage du bassin de la Volta au Burkina	16
Tableau 4 : Doses d'application des engrais dans la vallée du Kou.....	23
Tableau 5 : Résultats d'analyse des eaux de certaines régions agricoles.....	23
Tableau 6 : décharges d'ordures ménagères de la ville de Bobo Dioulasso ¹³	24
Tableau 7: Données sur l'assainissement autonomes à Koudougou	25
Tableau 8 : Résultats 'analyse des rejets de la SN-CITEX.	27
Tableau 9: Résultats d'analyse des rejets de l'Hôpital.....	28
Tableau 10 : Charges et devenir des rejets liquides	29
Tableau 11 : Résultats d'analyse des rejets de la MABUCIG.....	30
Tableau 12 : Usage d'engrais dans quelques périmètres irrigués dans le Nakambé	32
Tableau 13: Décharges d'ordures ménagères de la ville de Ouagadougou	33
Tableau 14 : Résultats d'analyse des éléments trace dans le rejet de TAN-ANIZ.....	35
Tableau 15 : Données sur quelques cas de maladies liées à l'eau dans le Kou.....	39
Tableau 16 : Réseau de suivi de la qualité des eaux dans le bassin de la Volta au Burkina	4
Tableau 17: Principaux paramètres suivis par le laboratoire de la DGRE	7
Tableau 18: Qualité des rejets de la SN CITEC	9
Tableau 19: Types de site de suivi de la qualité de l'eau de surface et caractéristiques d'échantillonnage	12
Tableau 20: Variable proposés pour le suivi de base de la qualité de l'eau	13
Tableau 21: Variables proposés pour le suivi des tendances de la pollution de l'eau	13
Tableau 22: Variables recommandés pour l'évaluation de l'impact des industries, des eaux usées, urbaines et de l'agriculture.....	13

Liste des Figures

Figure 1 : Distribution du bassin de la Volta entre les différents pays	9
Figure 2 : Le bassin de la Volta et les stations hydrométriques suivies dans le cadre du projet Volta-HYCOS	10
Figure 3 : Délimitation du bassin de la Volta au Burkina Faso.....	12
Figure 4 : Variation de la température dans Bassin de la Volta au Burkina.....	13
Figure 5 : Histogramme des débits moyens mensuels du Mouhoun à Boromo.....	14
Figure 6 : Débits moyens mensuels du Nakambé à Wayen.....	15
Figure 8 : Mode d'évacuation des eaux usées et excréta des ménages dans la ville de Bobo Dioulasso.....	20
Figure 9 : Utilisation des pesticides liquides en pourcentage par type de culture lors de la campagne 95/96 au Burkina Faso.....	21
Figure 10: Champ de maïs au bord du Kou12	22
Figure 11 : Canal Brakina plein des ordures ménagères à côté de la décharge du stade omnisport.	25
Figure 12 : Canal Brakina à la sortie de la SN-CITEC	27
Figure 13 : Station dépuratoire de la BRAKINA	27
Figure 14 : Drain des eaux usées de l'abattoir	31
Figure 15: Carte de localisation des sources de pollution dans la ville de Bobo.....	32
Figure 16 : Rejets de TAN-ALIZ	35
Figure 17: Carte de localisation des sources de pollution dans la ville de Ouagadougou	36

I. INTRODUCTION GENERALE

Le thème de l'étude "**Contribution à l'étude de la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta au Burkina: Diagnostic, suivi de la qualité et état des lieux des sources de la pollution**" porte sur l'état actuel des sources de la pollution des eaux de surface du bassin de la Volta au Burkina Faso et le suivi de la qualité de cette eau.

Pays sahélien et enclavé, l'eau est une ressource rare pour le Burkina Faso. Le pays est tenu d'en faire un usage rationnel. Le Burkina Faso comme de nombreux pays africains est confronté à la problématique de pollution et plus précisément celle des ressources en eau ; qu'il s'agisse des eaux de surface ou des eaux souterraines. C'est ce qui a motivé la mise en place des programmes tels que le Programme de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE), de Valorisation des Ressources en Eau du Sud-Ouest (VREO), de Ressources en Eau du Sud-Ouest (RESO) etc. Sont en effet mis en cause des besoins vitaux pour les hommes à savoir l'approvisionnement en eau potable, la santé publique, l'assainissement..., les activités économiques telles que l'agriculture, la pêche, l'élevage, le tourisme et les problèmes de protection de l'environnement. L'on ne saurait sans doute oublier si tôt l'épineuse question de la contamination de l'eau à **l'arsenic** au Nord du Burkina qui a fait coulé beaucoup d'encre.

Le bassin de la Volta au Burkina, zone de étude n'est pas en reste sur cette question de la pollution d'eau du pays. En effet, ce bassin qui abrite les principales zones industrielles du pays (Bobo Dioulasso et Ouagadougou), connaît une forte pression démographique accompagnée d'une intensification de l'agriculture (utilisation de phytosanitaires, dégradation des sols, ...). Ceci a pour conséquence une dégradation de la qualité des ressources en eau, en particulier les eaux de surface.

L'étude est réalisée dans le cadre du projet Volta-HYCOS (Système d'Observation du Cycle Hydrologique du bassin de la Volta) et constituera dans l'avenir un appui technique de ce projet au niveau de l'Autorité du bassin de la Volta (ABV).

I.1 PROBLEMATIQUE

Le développement socioéconomique d'un pays en voie de développement comme le Burkina dépend fortement de la disponibilité des ressources naturelles nécessaires à toutes les activités humaines. Cependant, l'exploitation intensive de ces ressources, en particulier les ressources en eau, n'est pas sans conséquences sur ses qualités.

Peu (pratiquement pas) d'études ont été menées à l'échelle régionale du bassin concernant la qualité des eaux de surface et de transferts amont aval de polluants et des sédiments. Une synthèse est proposée dans l'étude réalisée par le Global Environment Facility (**GEF/UNEP, Novembre 2002**): « Volta River Basin Preliminary Transboundary Diagnostic Analysis » qui regroupe quelques données de la qualité des eaux (surface et souterraine) au niveau des différents pays du bassin. Aujourd'hui, la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta au Burkina est encore peu connue¹. Il n'existe pas à ce jour, une étude globale sur la qualité des eaux de surface à l'échelle du bassin de la Volta au Burkina Faso. Ce manque d'engouement pour les études de la qualité de l'eau dans le bassin de la Volta au Burkina ne traduit malheureusement pas une santé propice de la ressource. En effet, les études¹ ont montré que la qualité des ressources en eau de ce bassin s'est considérablement dégradée ces trente dernières années avec l'industrialisation, l'introduction des nouvelles pratiques culturales (application intensive des phytosanitaires, l'accroissement des périmètres irrigués avec les cultures de contre saison, ...) et la croissance démographique. Au Burkina, l'usage des engrais et des pesticides en agriculture moderne est devenu presque systématique dans les pratiques culturales (périmètres irrigués et zones cotonnières). Même utilisés avec précaution, ces phytosanitaires peuvent présenter des risques

importants. Leur persistance et leur dissémination, auxquelles s'ajoute la tendance qu'ont certains d'entre eux à se concentrer dans les organismes en remontant la chaîne alimentaire peuvent aggraver leurs effets toxiques et avoir des incidences néfastes sur la santé et le bien être des populations.

Sur le plan industriel, on constate dans la zone d'étude des rejets importants des effluents non traités; La plupart des installations classées ne disposant pas des stations d'épuration. L'assainissement urbain est encore peu évolué dans certaines villes comme Bobo, Hondé. Tous ces phytosanitaires, ces déchets liquides et solides se retrouvent soit dans les eaux souterraines, soit dans les eaux de ruissellement et peuvent affecter les ressources en eau. Aussi a-t-on pu constater :

- une disparition de la flore aquatique par le déversement des déchets toxiques industriels (Vallée du Kou, Marigot Houet,...) ;
- une dégradation progressive de la faune ;
- la pollution exacerbée de certains cours d'eau (marigot Houet, le Massili ect.) ;
- l'eutrophisation de certains plans d'eau (**D'après Maiga et Col.**)
- une prolifération des maladies liées à l'eau.

Tout ceci n'est pas sans conséquence sur les activités socio-économiques du pays (Coût de production d'eau potable, la pêche, la santé de la population, le tourisme...)

Ce projet a pour but de contribuer à l'étude de la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta. Le bassin de la Volta au Burkina a été sélectionné pour une première étude en raison sa position stratégique en amont et pour des raisons pratiques (proximité des services producteurs de données, implantation du projet Volta HYCOS ect.). L'étude pourra s'étendre par la suite à tout le bassin de la Volta. C'est une étude préalable pour la mise en place d'un système de suivi de la qualité des eaux dans tout le bassin de la Volta.

I.2 OBJETIFS DE L'ETUDE ET RESULTATS ATTENDUS

L'objectif poursuivi par cette étude est d'identifier les principales sources de pollution des eaux de surface du bassin de la Volta au Burkina d'une part et de présenter et d'analyser du réseau de suivi de la qualité d'autre part. En clair, est question d'évaluer la vulnérabilité des ressources en eau face aux activités anthropiques polluantes. C'est une étude préalable pour l'élaboration d'un programme de suivi de la qualité. Dans la seconde phase de l'étude, il sera question d'établir sur la base de la documentation existante et des données d'analyse des eaux (ONEA, DGIRE, LNAE, Programme GIRE), la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta au Burkina.

Spécifiquement, il s'agit :

- d'identifier les sources potentielles de pollution (industries, mines, agricultures, villes domestiques, élevages, etc....) les polluants associés;
- de décrire et d'analyser le réseau de suivi de la qualité des eaux de surface de la zone;
- d'identifier les zones à risque de pollution;

- de centraliser (dans la mesure du possible), et ce aux niveaux du projet Volta-HYCOS et de l'A B V (dans une plus large mesure), les résultats des analyses qui ont été faites sur la qualité des eaux de surface ;
- de proposer de mesures pour un meilleur suivi de la qualité des eaux dans la zone d'étude;

A partir de ces données centralisées, la deuxième phase de l'étude permet de faire un état des lieux de la qualité des eaux et son évolution (en fonction des données disponibles...);

LES RESULTATS ATTENDUS SONT:

- les principales sources de pollution de la zone d'étude sont identifiées;
- les zones à risque de pollution sont identifiées;
- le réseau de suivi de la qualité est présenté et analysé;
- des données sur la qualité des eaux sont centralisées;
- Des propositions pour un meilleur suivi de la qualité sont faites

I.3 METHODOLOGIE

Pour atteindre les objectifs assignés à ce travail, la démarche qui a été suivie comporte trois phases essentielles :

- une première phase, d'une durée de six semaines a été consacrée à la revue bibliographique sur le thème (rapports d'études réalisées antérieurement sur le sujet, mémoires, Internet etc.). L'essentiel des documents a été fourni par le projet Volta – HYCOS, l'ABV, la DGRE, et l'école.
- une deuxième phase, d'une durée de trois semaines et destinée à la collecte des données d'analyse des eaux et à l'analyse du système de suivi nous a conduit tour à tour aux laboratoires de la DGRE, de l'ONEA, et du LNAE.
- enfin, il s'est agi d'une phase d'analyse et de traitement d'information recueillies ainsi que de la rédaction de ce rapport. Cette phase a duré six semaines.

Le mémoire est structuré en trois chapitres. Le premier chapitre présente le bassin versant international de la Volta avec un zoom sur le bassin de la Volta au Burkina Faso. Le chapitre deux identifie les principales sources de pollution et les polluants qui y sont associés. Le mémoire se termine par un chapitre trois qui présente et analyse le système de suivi de la qualité des eaux. Il présente les principaux réseaux de suivi de la qualité de l'eau ainsi que les laboratoires (DGRE, ONEA, LNAE, LNASP). Les laboratoires d'analyse ainsi que les normes utilisées y sont également traitées. Le chapitre établit les forces et faiblesses du système de suivi de la qualité. Des propositions pour un meilleur suivi de la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta au Burkina Faso sont également faites à la fin de ce chapitre.

CHAPITRE I : PRESENTATION DU BASSIN INTERNATIONAL DE LA VOLTA ET ZOOM SUR LE BASSIN DE LA VOLTA AU BURKINA FASO

L'étude de la qualité des eaux et de la pollution à l'échelle d'un bassin versant passe nécessairement, après le choix du bassin versant prioritaire, par un diagnostic sur la circulation des eaux et de la géomorphologie du sol. C'est l'objectif central de ce chapitre qui traite des conditions climatiques, de l'hydrographie et hydrologie et de la géomorphologie. Les données administratives, démographiques et socioéconomiques sur la zone d'étude sont aussi exposées. Le chapitre présente sommairement le bassin international de la Volta, le projet Volta HYCOS et l'ABV.

I. PRESENTATION SOMMAIRE DU BASSIN VERSANT INTERNATIONAL DE LA VOLTA

Parmi les grands fleuves de l'Afrique tropicale boréale, la Volta présente plusieurs traits originaux. Alors que le Niger supérieur, le Logone et le Chari, par exemple, coulent du Sud au nord des régions tropicales humides vers les confins du Sahara, la Volta offre un aspect opposé. Le bassin de la Volta a une superficie de 400 000 km² et couvre les six pays cités plus haut. La plus grande partie du bassin est partagée par le Burkina Faso et le Ghana (85%). Le tableau ci-dessus montre la distribution du bassin de la Volta entre les différents pays.

Tableau 1: Les pays du bassin de la Volta

(Source: Document du projet VH p.8)

Pays	Superficie du bassin versant en km ²	Pourcentage du Bassin %
Bénin	13 590	3,4
Burkina Faso	171 105	42,9
Côte d'Ivoire	9 890	2,5
Ghana	165 830	41,6
Mali	12 430	3,2
Togo	25 545	6,4
Total	398	100

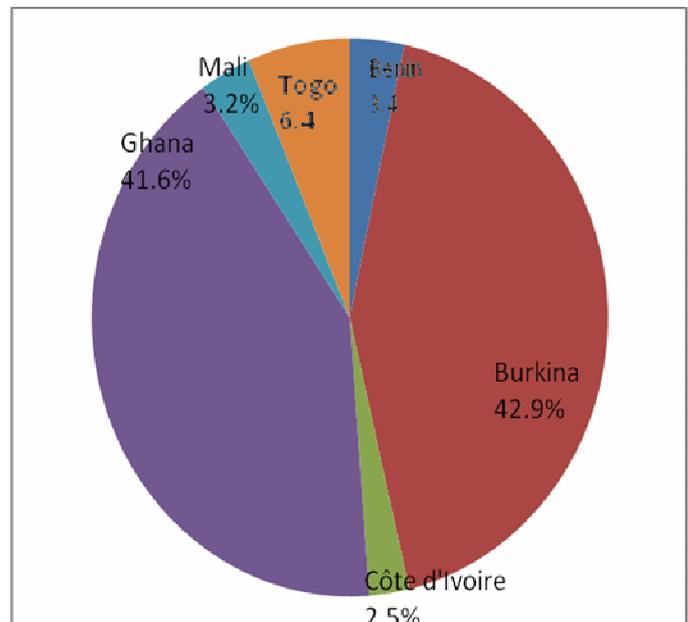


Figure 1 : Distribution du bassin de la Volta entre les différents pays

Le bassin est divisé en quatre principaux sous bassins : Le MOUHOU (la Volta Noire), le Nakambé (la Volta Blanche), l'Oti (Volta Rouge), et la Volta Inférieure. La figure 2 présente le Bassin de la Volta et les stations hydrométriques suivies dans le cadre du projet Volta HYCOS. Le

climat dans le bassin varie du climat aride à l'extrême nord du Burkina Faso (précipitations moyenne <500 mm/an), au climat semi-aride dans la partie centrale du Burkina Faso (~700 mm/an) au climat sub-humide dans la région sud du Ghana jusqu'à 2000 mm/an

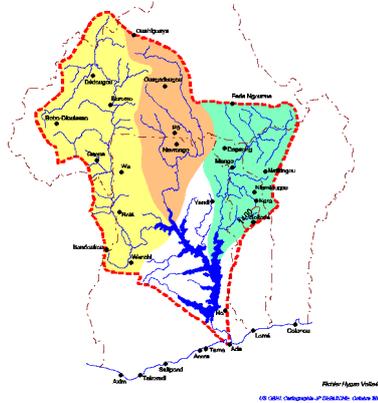


Figure2 : Le bassin de la Volta et les stations hydrométriques suivies dans le cadre du projet Volta-HYCOS

(Source: Document du projet Volta-HYCOS Page 7)

Au cours des dix dernières années, la pression sur les ressources naturelles du bassin s'est accrue. Trois facteurs principaux expliquent cette situation. -Le premier est l'accroissement des **utilisations des eaux**. Au Ghana par exemple, c'est la construction en 1964 du grand barrage d'Akosombo qui avec plus de 60milliards de m³ de réserve utilisable et une capacité de stockage de 148 milliards de m³, accumule plus d'une fois et demi le module. C'est aussi, la construction en 1982 du barrage Kpong juste en aval du Barrage d'Akosombo. Au Burkina-Faso, on peut mentionner entre autres opérations la création des barrages de Bagrè, Kompienga et Ziga. La totalité du volume de stockage dans ce pays est inférieure à 4 milliards de m³ (**D'après le Document du projet Volta-HYCOS**). A ceci s'ajoute l'aménagement des grands périmètres irrigués au Burkina Faso et les prélèvements de plus en plus importants l'ONEA au Burkina et de la SODECI en Côte d'Ivoire.

Le second facteur conduisant à une forte pression sur les ressources hydriques du bassin est le changement climatique et la variabilité climatique caractérisés par une baisse des précipitations annuelles depuis 1970. Ce qui a fait dire à Gyaud –Boaky et Tumbulto en 2000 qu'il faudrait prendre en compte l'impact du changement climatique dans l'évaluation des ressources en eau de ce bassin versant. Malgré cette considération, il se pose toujours un problème sur les usages de ressources en eau entre le Burkina et le Ghana. Le Ghana dénonçait en 1998, l'utilisation accrue des eaux en amont du Lac Volta par le Burkina qui, selon lui, menace le fonctionnement des unités hydroélectriques en aval du lac. Le Burkina quand à lui pense que c'est la baisse de la pluviométrie dans le sahel qui explique cela (un **conflit diplomatique** entre les deux pays en 1998, **d'après Cours des préventions et gestion des conflits, Garane 2008**). Les conditions socio-économiques des populations du bassin de la Volta se situent en général nettement en dessous de la moyenne mondiale.

Enfin, on peut citer comme troisième facteur, l'accroissement de la population dans le bassin.

II. LE PROJET VOLTA-HYCOS ET L'ABV

Le Système d'Observation du Cycle Hydrologique du bassin de la Volta (projet Volta- HYCOS) est une des composantes de l'ensemble AOC-HYCOS, lui-même inclus dans le programme mondial WHYCOS de l'OMM (Organisation Météorologique Mondiale) ². Le projet appuie les pays du bassin dans la gestion conjointe des ressources transfrontalières en eaux. Le financement du Projet est assuré pour l'essentiel par le Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM). Enfin l'IRD intervient au niveau du Centre Régional du Projet en tant que coordinateur technique. Le projet a une durée de vie de trois ans (janvier 2006 à décembre 2008). L'objectif ultime du projet Volta-HYCOS est de mettre en place un système d'information sur les ressources en eau. A ce titre, le projet vise à :

- établir un réseau de système d'observations hydrologiques nationaux;
- renforcer les capacités techniques et institutionnelles des services Hydrologiques Nationaux (SNH) ;
- promouvoir et faciliter la diffusion et l'utilisation d'information ;
- renforcer les capacités techniques et institutionnelles de l'Autorité du Bassin de la Volta (ABV) pour l'évaluation des ressources en eau du bassin.

L'une des composantes essentielles du projet est la mise en place et le renforcement du suivi de la qualité des eaux de surface sur le bassin. Cette composante a pour objectif de réaliser un suivi de base de la qualité des eaux, qui incluent des paramètres simples (températures, pH, conductivité, oxygène dissous, et turbidité). Le projet Volta-HYCOS travaille en appui technique avec l'Autorité du Bassin de la Volta (ABV)

Le 19 janvier 2007, à Ouagadougou, en marge du sommet de la communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), les chefs d'Etats des pays concernés ont procédé à la signature de la convention portant statut du fleuve Volta et création de l'Autorité du bassin de la Volta.

Cet accomplissement a été rendu possible grâce à la formation en juillet 2004, du Comité Technique du Bassin de la Volta (SCTBV) qui avait pour mandat d'identifier les contraintes et obstacles à la création d'un organisme de bassin de la Volta. L'ABV a été créée afin d'assurer un cadre de coopération internationale pour la gestion rationnelle et durable des ressources en eau sur le bassin de la Volta (**d'après ABV, Rapport d'Etape septembre 2006 à Septembre 2007**). Elle a également pour objectif de promouvoir la mise en œuvre de la Gestion intégrée des Ressources en Eau (GIRE); La direction Exécutive Intérimaire nommée par le conseil des ministres des Etats membre a pris service à Ouagadougou en septembre 2006. Au cours de son premier mandat, l'ABV a bénéficié de l'appui financier de l'Etat Burkinabé, la France, l'UCRE/CEDEAO et l'UICN. Seul deux le Burkina Faso et le Mali ont ratifié la convention de l'ABV jusqu'à présent. La convention ne rentrera en vigueur qu'après la ratification d'au moins quatre pays.

Plusieurs autres projets interviennent au niveau du bassin international de la Volta. On peut citer entre autres, le IUCNPAGEV, UNEP/GEF, le GLOWA Volta Projet, EU Water Initiative, VBA observation for Waters Resources, Challenge Programme for Water and Food, International Water Management Institut (IWRM), l'UCRE/CEDEAO, FFEM qui interviennent dans des domaines aussi variés que l'environnement, les ressources en eau, sa qualité, la famine, ect.

Bien que l'étude aie pour ambition de couvrir tout le bassin international de la Volta, il s'est avéré nécessaire de commencer par l'amont c'est à dire, le bassin de la Volta au Burkina Faso.

III. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE : LE BASSIN DE LA VOLTA AU BURKINA

III.1. DONNEES PHYSIQUES

III.1.1. Situation et cartographie

La zone de l'étude est le bassin versant de la Volta situé au Burkina Faso. Il couvre une superficie de 172 968 km² soit 42.9 % de la superficie totale du bassin de la Volta. Le Bassin de la Volta au Burkina est lui-même subdivisé sur le territoire burkinabé en trois bassins : Le Mouhou, le Nakambé, et la Pendjari. Enfin, au niveau inférieur, ces trois bassins sont subdivisés en 7 sous-bassins versants nationaux. Plus important, le bassin de la Volta au Burkina s'étend au centre et à l'ouest du pays sur et couvre 62.4% de la superficie du pays contre 30.42 pour la Niger et 6.41 pour la Comoé (Source **Etat des lieux des Ressources en au Burkina Faso et leur cadre de gestion, Mai 2001**), L'approche spéciale nous que avons retenue pour l'analyse des données sur les ressources en eau est celle des bassins versants, conformément aux principes des la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE). Le bassin de la Volta abrite un ensemble d'aménagement hydro agricole (Vallée de Kou, périmètre irrigué de Bagré, etc.), les plus importantes industries du pays (à Bobo- Dioulasso, et Ouagadougou), la zone boisée guinéenne (forêt de Dindéresséoo, forêts classées de Bale, de Bari, de Tissé etc..). Le choix du bassin de la volta au Burkina comme bassin versant prioritaire a été basé non seulement sur sa position amont afin de pouvoir apprécier le transfert amont aval des polluants à l'intérieur du bassin de la Volta mais aussi pour des questions pratiques énumérées plus haut.

La figure 3 présente la délimitation du bassin de la Volta au Burkina et le tableau 3 la répartition du bassin de la Volta au Burkina.

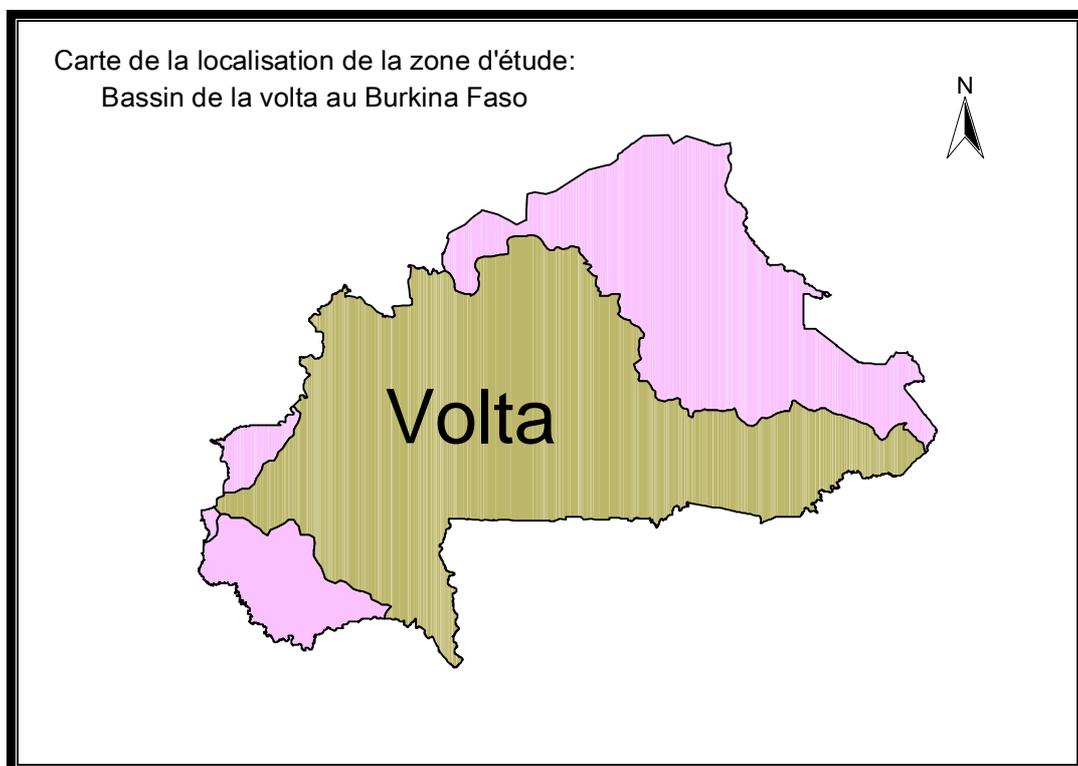


Figure 3 : Délimitation du bassin de la Volta au Burkina Faso

Tableau 2: Répartition du Bassin de la Volta au Burkina

(Sources: Etat des lieux des ressources en Eau au Burkina Faso, Version finale, mai 2001)

Bassin international	Bassin national	Sous-bassin national	Superficie (km ²)	Longueur (km)
Volta	Nakambé	-	81 932	81250
		Penjari- Kompienga	21 595	21600
		Nakambé	41 407	41.000
		Nazinon	11 370	11.200
		Sissili	7 559	7,450
	Mouhoun	-	91 036	-
		Mouhou supérieur	20 978	997
		Mouhoun inférieur	54 802	-
		Sourou	91 036	284
			172 968	

III.1.2. Le climat

Le bassin de la Volta au Burkina possède un climat de type soudano-sahélien (caractérisé par des variations pluviométriques considérables allant d'une moyenne de 350 mm au Nord à plus de 1000 mm au Sud-ouest) avec deux saisons très contractées : la saison des pluies (annoncée par la Mousson) a des précipitations comprises entre 300 mm et 1000mm et la saison sèche durant laquelle souffle l'harmattan, un vent sec, originaire du Sahara. La saison de pluie dure environ 4 mois, entre mai-juin et septembre, sa durée est plus courte au Nord du bassin versant (bassin supérieur du Nakambé) qu'au sud ouest (Mouhoun inférieur). On peut distinguer trois grandes zones climatiques au niveau du bassin : La zone sahélienne au nord (moins de 600 mm de pluviométrie), la zone soudano-sahélienne entre 11°3' et 13°5' de latitude Nord et la zone soudano-guinéenne au Sud (avec plus de 900mm).

En saison sèche les températures maximales varient autour de 32 ° C et 37°C et les minimales entre 18° C et 25° C à Bobo Dioulasso (bassin du Mouhoun). Pendant la saison des pluies, les maximales se situent entre 29.4°C et 31.6 °C et les minimales autour de 22 ° C dans la même zone. A Ouagadougou (bassin du Nakambé) les températures maximales se situent entre 32.3 et 39.3 pendant la saison sèche et entre 32.4 et 38.1 pendant la saison des pluies. Les minimales quand à elles varient entre 16°C et 26°C et entre 22°C et 24 °C respectivement pour la saison sèche et des pluies.

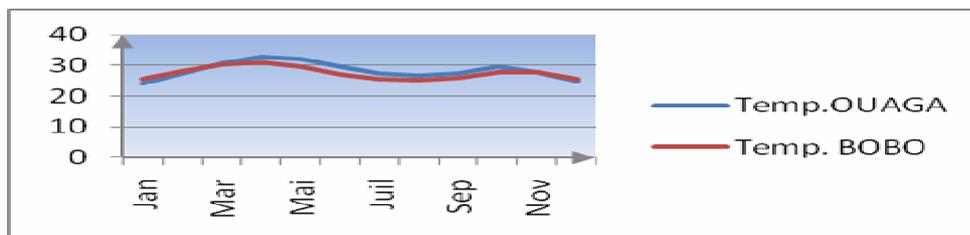


Figure 4 : Variation de la température dans Bassin de la Volta au Burkina

Du point de vue hydrométrique, le maximum d'humidité (80%) s'observe au mois d'août qui correspond au mois où la pluviométrie est maximale (et l'évaporation minimale, < à 100

mm). D'avril à novembre, la courbe hygrométrique se situe en moyenne au dessus de 50%) (le maximum d'évaporation est observable aux mois de mars et d'avril (> à 400 mm).

L'insolation varie de 7.5 mm/j à 8.7 mm/j. Elle est minimale en juillet et Août et maximale en Avril et Mai.

III.1.3. L'hydrologie

Le bassin de la Volta au Burkina est, comme nous l'avons dit plus haut, subdivisé en trois sous-bassins majeurs : Ceux du Mouhoun, du Nakambé, et de la Pendjari. Les eaux de ce bassin se rejoignent au centre du Ghana, où elles forment le lac Volta.

Le Mouhoun (ex Volta Noire): Seul cours d'eau permanent avec un bassin versant de 91 036 km² (www.primature.org), prend sa source sur le versant nord du massif gréseux de la falaise de Banfora, dans une région où les précipitations dépassent 1 000 mm par an. Il coule d'abord vers le nord-est puis s'infléchit brusquement vers le sud. Au confluent du Sourou, le bassin versant du Mouhoun et ses principaux affluents (Plandi, Kou, Voun Hou) fournissent un débit moyen de 25 m³/s. Ce débit est cependant très irrégulier. Le principal affluent du Mouhoun est le Sourou, rivière à pente peu accusé, qui draine l'ancienne plaine lacustre du Gondo dont le bassin versant est de 15 200 km². Ce bassin presque totalement sahélien ne produit que de faible écoulement. A l'état naturel, lors des décrues, le Sourou alimente le Mouhoun et lors des crues, le Mouhoun alimente le Sourou. Depuis 1984, les ouvrages de dérivation et de contrôle installés à l'amont de la confluence avec le Mouhoun permettent le stockage de 360 millions de m³ dérivés des crues d'hivernage et de restituer le surplus dans le Cours aval. Le Mouhoun coule vers le sud-est puis plein sud, formant frontière avec le Ghana. Il parcourt le pays sur une distance d'environ 860 km. L'aménagement du Sourou et les prélèvements au fil de l'eau (Ténado, Pora) perturbent le régime naturel aussi bien en étiage qu'en crue. Ainsi le débit d'étiage médian était évalué à 5.9 m³/s à Boromo dans la Monographie du fleuve Volta³, alors que depuis plusieurs années cette valeur a chuté considérablement jusqu'à assèchement total en 1984 (www.primature.gov). Cette situation pourrait être due à la sécheresse persistante. On note une situation similaire pour les stations de Dapola et de Noumbiel (Débits d'étiage médians respectivement de 7.35 et 9.3 m³/s à Noumbiel sur la période 1975-85, dont plus d'un tiers provient des affluents du Sud (Bougourouriba, 16 m³/s; Bambassou 13 m³/s). On distingue le Mouhoun supérieur et le Mouhoun inférieur. Le diagramme ci-dessous présente les débits moyens mensuels du Mouhoun à Boromo en 2001 et 2002 ramené à la moyenne 55-2002.

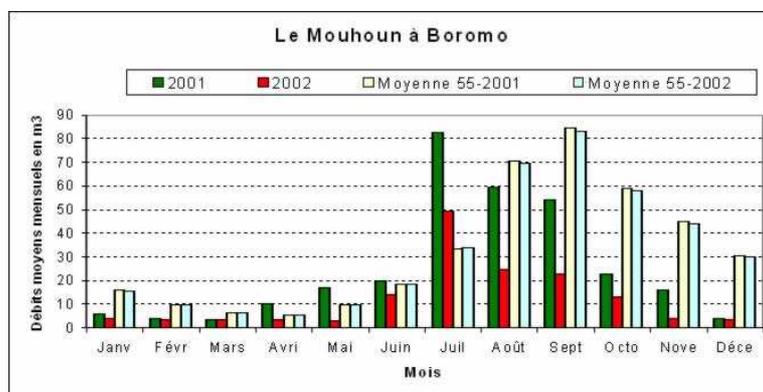


Figure 5 : Histogramme des débits moyens mensuels du Mouhoun à Boromo

(Source : <http://www.eauburkina.bf/>)

Le Nakambé (ex Volta Blanche): Il prend sa source à l'est de Ouahigouya, dans une région qui reçoit 500 à 600 mm d'eau par an. Il draine un bassin versant de 41407 km² (www.primature.org). Il draine toute la partie centrale et le nord du plateau central et ne coule que pendant la saison des pluies. Les premiers écoulements intermittents peuvent se produire en mai, mais ce n'est qu'en juillet/août que les débits deviennent permanents à la station de Wayen et se renforcent vers l'aval pour atteindre à Bagré un débit moyen de 65.4 m³/s en juillet, 145 m³/s en août et 107 m³/s en septembre. Ces trois mois représentent 88% des écoulements annuels (module inter annuel à Bagré : 29.7 m³ / s soit un volume écoulé de 946 Mm³). Il reçoit à la sortie du territoire, le Nouhao dont la superficie du bassin est de 5040 km² avec un débit moyen inter annuel de 9.63 m³/s soit un volume moyen écoulé de 304 Mm³. Les tarissements sont très rapides, le débit nul survenant début novembre à Wayen et en début décembre à Bagré. Le diagramme ci-dessous présente les débits moyens mensuels du Nakambé à Wayen en 2001 et 2002 comparés à la normale 55-2002.

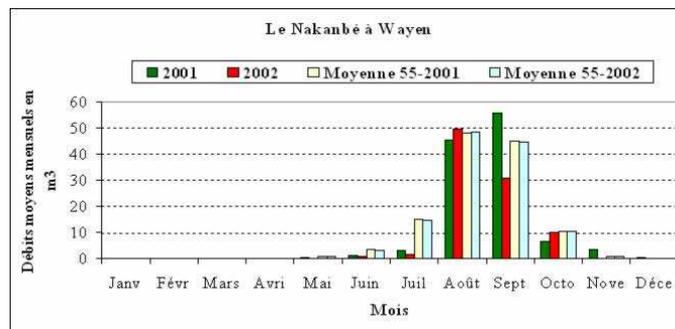


Figure 6 : Débits moyens mensuels du Nakambé à Wayen

(Source : <http://www.eauburkina.bf/>)

Le Nazigon (ex Volta Rouge): Lui et son principal affluent la Sissili, drainent la partie sud-ouest du plateau central avec un bassin versant de 18 929 Km² (www.primature.org). Leur régime hydrologique est très voisin de celui du Nakambé.

La Pendjari: Elle forme la frontière sud-est du Burkina avec le Bénin, reçoit en rive droite trois affluents (le Dododo, le Singou et la KOMPIENGA) dont les bassins versants totalisent 21 600 km². Ces affluents apportent moins de 30% du débit moyen de la Pendjari qui elle-même tarit complètement une année sur deux en avril à Porga au Bénin. La carte ci-dessous présente en détail le réseau hydrographique du bassin de la Volta au Burkina

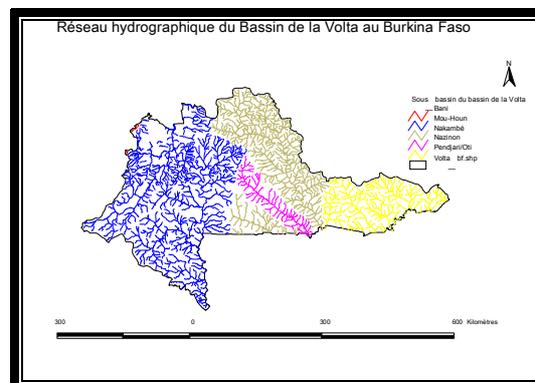


Figure 7 : Réseau hydrographique du Bassin de la volta au Burkina

Les barrages

Tout au long du bassin de la Volta au Burkina, plusieurs barrages et réservoirs ont été créés afin de mobiliser l'eau pour l'agriculture, les industries l'hydroélectricité et les usages domestiques Avec l'accroissement démographique, plusieurs autres petits et grands barrages continuent à être créés. Au Burkina Faso, on dénombre près de 6000 barrages⁴ et lacs au niveau du bassin de la Volta avec une capacité de stockage de 4.7 Mm³ (D'après, **Preliminary Transboundary Diagnostic Analysis**). Le volume stocké annuellement est de 2.490 Mm³. Le tableau ci-dessous présente les principaux barrages du bassin de la Volta au Burkina.

Tableau 3 : Principaux barrage du bassin de la Volta au Burkina

_(source: Preliminary Transboundary Diagnostic Anlysis)

Bassin versant	Barrage	Année de construction ⁴	Volume (m ³)	Usages	Observations
Mouhoun	Yaran	-	608		BV : 10.000 km ²
	Lombila	1747/2004	42.2*10 ⁶	AEP Ouaga	-
Nakambé	Barrage (2+3) de Ouaga	1962 pour le n°2 et 1934 pour le n°3	6.87*10 ⁶	AEP Ouaga	Août 2002 passage nominal de 5.6 Mm ³ à 6.87
	Bagré	1992	1.7*10 ⁹	Hydroélectricité et agriculture	BV : 34 00 km ² Une capacité de 1.14% du barrage d'Akossombo
	Kompienga	1984	2.05*10 ⁹	Hydelectricité princ.	BV : 5800 km ²
	Ziga	Juin 2000	200 *10 ⁶	AEP Ouaga	BV : 20800 km ²
	Lac Bam	-	41.3*10 ⁶	Hydro agricole	BV : 2610 km

III.1.4 Relief, sols et végétation.

Le bassin a un relief presque plat. Le bassin du Mouhoun a une altitude maximale de 742 m et une altitude minimum de 60m par rapport au niveau de la mer. Elle caractérisée par le plateau de Banfora et nombreuses vallées. Dans le bassin du Nakambé, l'altitude moyenne est de 270 m. Ici, le relief est caractérisé par un petit massif de direction Sud Ouest-Nord Est vers les frontières togolaise et béninoises. Ce relief est dominé par le plateau central, le massif de Sobmangou. La faible déclinaison du relief gêne l'écoulement des eaux.

Dans le bassin, on distingue des sols hydromorphes minéraux et à pseudogley le long des grands axes fluviaux et dans les grands bas fonds. Ceux –ci couvrent approximativement 60% de la surface de la zone et sont de bonnes qualités agronomiques. On rencontre aussi au nord de la falaise des sols ferrugineux et sablo ferrugineux qui sont acides et perméables. Ils couvrent près de 70% de la surface⁶. On y trouve le sol peu évolué d'érosion⁷. Par endroit, ce sont des sols hydromorphes associés aux sols ferrugineux lessivés, pauvres chimiquement et des structures

instables. La succession buttes-glacis-bas-fonds contrôle ainsi la répartition des sols, la végétation et l'occupation humaine.

La végétation du bassin est caractérisée par une variation du Nord au Sud et dépend de la structure du sol. On a la steppe arbustive, la savane arborée et les forêts galeries. La savane arborée occupe 17% de la superficie du bassin avec des espèces comme *Lophira lanceolata*, *Detarium micarpum*, *monates kerstingii* etc. La galerie forestière sur le Mouhoun représente 5% du couvert végétal de cette zone. Plusieurs forêts classées ont été identifiées sur une superficie de 211.300 ha⁷ (**d'après Jacques Grelot septembre, 1999**)

III.2. USAGE DE L'EAU

Nous présentons dans cette partie les principaux usages de l'eau dans la zone d'étude. Les principaux usagers sont: Le domestique, l'élevage, l'agriculture (irrigation), l'hydroélectricité, les industries, les mines. Les usages liés à la pêche/pisciculture la sylviculture à l'environnement, le tourisme et les loisirs sont condés comme négligeables

Les études réalisées dans le cadre du programme GIRE donnent les résultats suivants sur la demande en eaux dans la zone d'étude:

- Dans le bassin du Mouhoun, la demande(en 2001) domestique est estimée à 34,89 Mm³/an, l'irrigation à 133,17 Mm³/an , l'élevage à 21,60 Mm³/an et les industries à 1,31 Mm³/an soit une demande consommatrice totale de 190,97 Mm³/an. La demande en eau pour l'exploitation minière dans le bassin du Mouhoun et la demande pour l'hydroélectricité sont nulles.
- Dans le Nakambé, la demande domestique est estimée à 47,82 Mm³/an, l'irrigation à 69,68 Mm³/an l'élevage à 24,80 Mm³/an et les industries à 1,31 Mm³/an soit une demande consommatrice totale de 143,72 Mm³/an (2001). Tout comme dans le Mouhoun, la demande pour les mines est nulle. Quand à l'hydroélectricité, elle exige 2000 Mm³/an dans cette partie du pays (**D'après Etats des lieux des ressources en eau au Burkina Faso Mai 2001**).

Cette étude a réalisé que les demandes (consommatrices et non consommatrice) représentent un pourcentage important des ressources renouvelables. Pour le pays entier, la demande consommatrice représente 10,6% des ressources renouvelables, en année normale; ce taux passe à 54,6% si on y ajoute la demande hydroélectrique. En année très sèche, ces taux doubles.

Par rapport aux indices de stress hydrique définis par l'UNESCO et l'OMM, on constate que le Burkina avec un taux de 54,6% se situe parmi les pays ayant un stress hydrique élevé. Cette situation résulte principalement des problèmes d'adéquation rencontrés dans le bassin du Nakambé qui concentre à lui seul presque toute la demande hydroélectrique. Le Mouhoun avec 12% connaît un stress modéré. Ce bassin dispose d'un seul grand ouvrage de mobilisation de l'eau de surface.

Données administratives et démographiques

- Le Bassin du Mouhoun avec ses 91 036 km² avec ses trois grands sous-bassins (le Sourou, le Mouhoun Supérieur, et le Mouhoun Inférieur) est le plus grand des quatre bassins hydrologiques nationaux. Il englobe 16 provinces⁸. La population totale du bassin est de 3 693 607 habitants en 1996 avec une densité de 41 habitant/km² (**D'après Etats des lieux des ressources en eau au Burkina Faso Mai 2001**).

Le bassin national du Nakambé occupe quant à lui une superficie de 81 932 km². Ses quatre sous-bassins sont : la Pendjiari, le Nazinon, la Sissili et le Nakambé. C'est le bassin le plus peuplé du pays ; il comporte 4 332 214 habitants en 1996 répartis dans 128 départements avec une densité démographique de 53 habitants/km² (**D'après Etats des lieux des ressources en eau au Burkina Faso Mai 2001**)

Données économiques

Sur le plan économique, le coton est cultivé dans le Mouhoun mais aussi dans la Comoé. La valeur ajoutée durant la campagne 1997-1998 était presque de 32 milliards CFA dont 250 milliards dans l'aire cotonnière. Le maïs est aussi prédominant dans le Mouhoun. Les céréales occupent 67% de la superficie contre 30% pour les cultures de rentes. La superficie aménagée et actuellement mise en valeur totalise environ 5 360 ha dont 3315 ha pour les aménagements divers au Sourou mais aussi du Kou et Benzou. Les superficies aménagées en bas fonds totalisent environ 20 090 ha. Les tensions entre agriculteurs et éleveurs sont fortes dans tous les départements au sud du bassin et au nord-ouest de Bobo-Dioulasso. La région est marquée par l'usage conflictuel des ressources en eau entre l'agriculture, l'agro-pastoralisme et la production cotonnière.

En ce qui concerne le bassin du Nakambé, nous pouvons noter l'identification de 47 périmètres irrigués. Mais les superficies aménagées ne sont que de 2 620 ha dont 1000 ha pour Bagré. Les bas-fonds améliorés couvrent presque 2 175 ha. Tout comme le bassin du Mouhoun, plusieurs unités industrielles existent et seront présentées en détail dans le deuxième chapitre. Il y a lieu aussi de signaler l'existence dans ce bassin de nombreux sites aurifères où l'or est extrait artisanalement près de Kaya, Bitou et Yako. Ils existent plusieurs conflits liés à l'eau entre les agriculteurs et les éleveurs.

La GIRE au Burkina Faso

Dans le cadre de la refonte du système de gestion des ressources en eau au Burkina Faso, un programme de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (Programme GIRE) a été défini par l'Etat burkinabé. Le Programme GIRE avait pour vocation de planifier et d'appuyer le processus de transition vers un nouveau mode de gestion de l'eau. Ce programme avait bénéficié de l'appui technique, et financier du Royaume de Danemark. Afin de rendre opérationnel ce Programme, un projet pilote a été installé dans le Nakambé. Le choix de ce bassin comme terrain d'expérimentation de la GIRE a été dicté par l'importance stratégique de ce bassin. En effet 40% de la population du pays vit dans ce bassin et surtout, la ville de Ouagadougou est presque entièrement tributaire des eaux de surface du bassin. Ce bassin fait l'objet des tensions et des conflits permanents entre les différents usagers de l'eau

Ainsi le projet pilote du bassin du Nakambé constituait à la fois un terrain d'expérimentation et un modèle à l'échelle d'un bassin géographiquement limité mais d'importance stratégique.

CHAPITRE II : ETUDE DE LA POLLUTION DES EAUX DE SURFACE DANS LE BASSIN DE LA VOLTA AU BURKINA FASO.

L'objectif de cet projet étant d'étudier l'état de la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta au Burkina, il nous a paru opportun d'évaluer les risques de pollution de ces eaux par les activités humaines. Ainsi, après avoir présenté la zone d'étude dans le chapitre précédent, nous définissons dans le présent chapitre la pollution des eaux et leurs sources.

La première partie de ce chapitre traite des généralités sur la pollution. La deuxième partie quand à elle décrit les sources de pollution des eaux dans tout le bassin de la Volta. Elle présente les pollutions d'origine agricole, domestique et industrielle aussi bien dans le sous bassin du Mouhoun que celui du Nakambé. Le modèle de transfert de pollution est aussi illustré par des schémas dans ce chapitre.

Enfin, le chapitre finit par une évaluation des conséquences des pollutions éventuelles dans la zone d'étude. Ces risques de pollutions seront confirmés avec l'interprétation des résultats.

I. GENERALITES SUR LA POLLUTION DANS LA ZONE D'ETUDE

Le Code de l'Environnement au Burkina Faso définit la pollution des eaux comme étant une modification des caractéristiques physiques, chimiques et bactériologiques des eaux compromettant ainsi tout usage qui peut être fait. Cette modification intervient en général à la suite de la présence de corps étrangers qui déstabilisent l'équilibre physico-chimique et biologique de l'eau.

Un milieu aquatique est dit pollué, lorsque son équilibre a été modifié de façon durable par l'apport en quantités trop importantes soit de substances plus ou moins toxiques, d'origines naturelles ou issues d'activités humaines, soit encore d'eaux trop chaudes. Ces pollutions peuvent entraîner divers types de nuisances : augmenter la mortalité de certaines espèces animales ou végétales jusqu'à parfois les faire disparaître, altérer leurs capacités physiologiques, détériorer la qualité de l'eau au point de la rendre impropre à certains usages, comme l'alimentation humaine, la pêche, la baignade etc.

Il existe plusieurs formes de pollution (naturelle, anthropique, ...). Dans le bassin de la Volta la pollution des eaux est essentiellement liée aux activités humaines. Ces activités pour l'essentiel génèrent des déchets (liquides et solides) qui sont rejetés dans la nature sans un traitement adéquat. Le transfert de ces déchets vers les ressources en eau se fait soit par écoulement direct (déchets liquides) soit par drainage des eaux pluviales. On peut distinguer principalement :

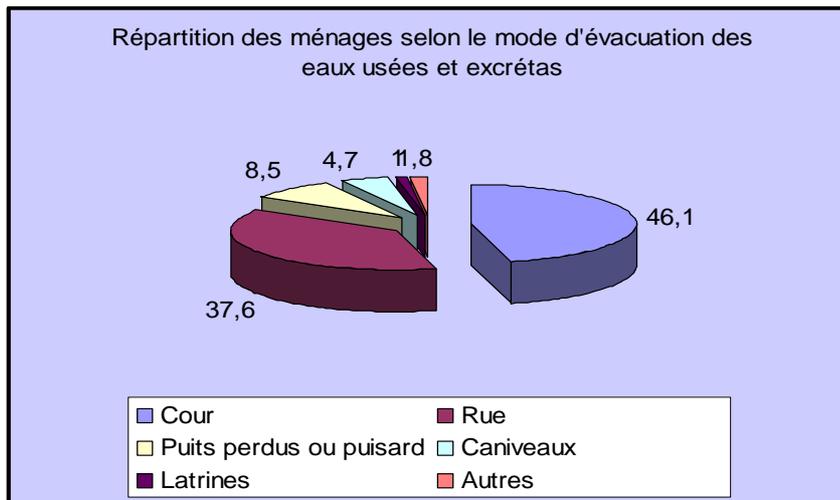
➤ 1 a pollution d'origine domestique ;

C'est le type de pollution propre aux ménages, aux commerces et à toutes autres activités similaires. Ce sont essentiellement les Ordures Ménagères (OM) et les eaux usées et excréta.

Le risque de pollution des eaux par les O.M. est inhérent à leur composition et surtout à leur mode de gestion (de la source de production du déchet jusqu'à la décharge). En saison sèche, les O.M. sont dispersés sous l'effet du vent, tandis qu'en saison de pluies, elles sont placées sur l'axe de ruissellement des eaux à défaut d'être directement déversés dans les caniveaux. Ainsi, les caniveaux destinés à drainer les eaux pluviales vers les rivières, marigots, lacs et barrages se

retrouvent obstrués par ces déchets, favorisant ainsi la prolifération d'agents pathogènes vecteurs de maladies. Les matières organiques fortement présentes dans les O.M. entraînent une augmentation de la charge polluante des eaux réceptrices.

Pour ce qui est des eaux usées, on peut noter par exemple que chaque habitant de la ville de Ouagadougou utilise en moyenne 90 litres d'eau par jour⁹ dont la quasi-totalité est ensuite rejetée : Ce sont les eaux usées domestiques qui regroupent les eaux ménagères, et les eaux « Vannes » (D'après www.primature.org). Le diagramme ci-dessous illustre le mode d'évacuation des eaux usées et excréta des ménages dans la ville de Bobo-Dioulasso¹⁰.



Ces eaux ménagères contiennent, notamment des graisses, des savons et détergents, des matières en suspension et les matières dissoutes organiques ou minérales. La pollution des eaux vannes est caractérisée essentiellement par les germes fécaux.

Figure 8 : Mode d'évacuation des eaux usées et excréta des ménages dans la ville de Bobo Dioulasso

(Enquête sur l'habitat et l'assainissement autonome de Bobo Dioulasso, 1993)

➤ la pollution d'origine agricole ;

L'agriculture constitue la première cause des pollutions diffuses en eau. Les activités agricoles sont, en particulier, largement impliquées dans les apports d'azote et surtout, ses dérivés, nitrates et nitrites, que l'on trouve en forte concentration dans les engrais. Les engrais apportent aux plantes les éléments nutritifs dont ils ont besoin et qui ne se trouvent pas en quantité suffisante dans le sol. Ce sont :

- les fertilisants majeurs nécessaires en grande quantité : l'azote (N), le phosphore (P_2O_5) et le potassium (K_2O) ;
- les éléments fertilisant secondaires : le Calcium (CaO), le soufre (S), le magnésium (Mg), le sodium (Na) ;
- Les oligo-éléments nécessaires en faibles quantités tels que : le bore (B), le fer (Fe), le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le molybdène (Mo), et le cobalt (Co).

Les engrais sont à la source de l'eutrophisation de plans d'eau (Maiga et col.).

Comme autres sources de pollution en agriculture, on peut citer les pesticides. Les pesticides utilisés pour le traitement des cultures et la lutte contre les insecticides et les parasites sur les animaux sont également une source connue de dégradation des ressources en eau. En effet, sous l'appellation « Produits phytosanitaires » se cache en fait une multitude de substances, dont la rémanence dans l'eau peut varier d'une molécule à l'autre. De part leurs multifonctions les pesticides sont utilisés dans presque toutes les cultures avec des différences au niveau de leur composition chimique et des quantités nécessaires. Les pesticides peuvent être classés en neuf groupes ayant chacun une fonction spécifique :

- les acaricides : contre les acariens ;
- les algicides : contre les algues ;
- les herbicides : contre les mauvaises herbes ;
- les insecticides : contre les insectes ;
- les nématicides : contre les nématodes ;
- les rongenticides : contre les rongeurs.

Au Burkina, les herbicides, les insecticides et les fongicides sont les pesticides les plus utilisés¹¹ (D'après Paul Van Meenen, décembre 2001). La figure ci-dessous indique l'utilisation des pesticides liquides par type de culture lors de la campagne 95/96 au Burkina.

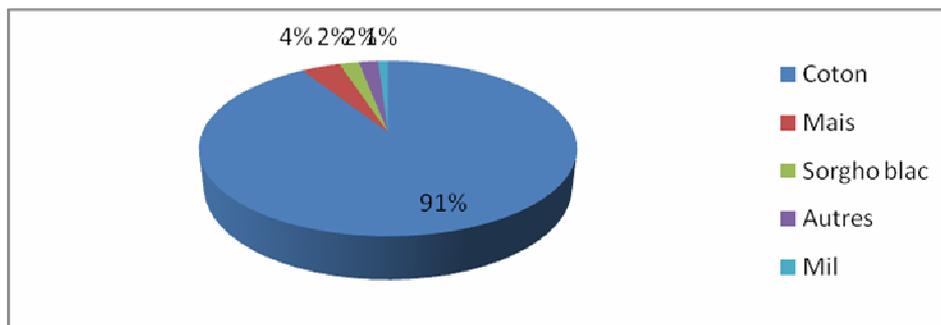


Figure 9 : Utilisation des pesticides liquides en pourcentage par type de culture lors de la campagne 95/96 au Burkina Faso.

(Sources : Service des statistiques agricoles)

➤ et la pollution d'origine industrielle.

Bien que l'industrie soit très peu développée au Burkina Faso, ce secteur est reconnu comme étant le plus gros pollueur.

Les villes qui abritent l'essentiel des unités industrielles du pays sont localisées dans le bassin de la Volta. Ce sont les villes de Bobo Dioulasso, Ouagadougou et dans la moindre mesure Banfora et Koudougou. Ces unités industrielles peuvent être classées en quatre catégories, selon les domaines d'activité :

- les industries agroalimentaires ;
- les industries textiles ;
- les industries chimiques ;
- les industries mécaniques et métalliques.

Toutes ces industries, par le biais de leurs activités, génèrent des déchets solides, liquides et gazeux constituant ainsi une menace pour la qualité du cadre de vie et de l'environnement. Elles seront présentées en détail dans la partie suivante.

II. PRINCIPALES SOURCES DE POLLUTION DANS LE BASSIN DE LA VOLTA AU BURKINA FASO.

Cette partie présente les principales sources potentielles de pollution des eaux dans la zone d'étude. Les sources sont présentées par sous-bassin.

II.1. SOURCES DE POLLUTION DANS LE SOUS-BASSIN DU MOUHOUN

II.1.1. Pollution d'origine agricole

La pollution agricole s'intensifie depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'industrialisation. Elle est essentiellement liée à l'utilisation massive des engrais et des pesticides dans les champs. L'application des engrais et pesticides (NPK3*13) et des phytosanitaires ont souvent lieu dans des conditions peu satisfaisantes (la période d'application n'est pas appropriée, les quantités ne sont pas appliquées selon les normes). Le ruissellement des eaux de pluie ou d'arrosage drainent le sol et transportent vers des cours d'eau les produits de traitement des cultures (engrais et pesticides). La pollution agricole peut être regroupée en deux groupes : Les périmètres irrigués et les régions cotonnières.

➤ les périmètres irrigués.

Les principaux aménagements irrigués dans ce bassin versant sont :

- le périmètre irrigué de la vallée du Kou (1200 ha) au Nord de Bobo Dioulasso ;
- la plaine aménagée de Banzon (350 ha), au Nord d'Ouest de Bobo Dioulasso
- la vallée du Sourou (27 00 ha) ;
- le périmètre rizicole de Niassan (Sourou).

Tous ces périmètres sont des sources potentielles de pollution. L'étude réalisée dans le cadre du programme GIRE¹¹ place les provinces de Houet, de Kéné Dougou, et de Mouhoun à la tête des provinces utilisant le plus des intrants. Toutes ces provinces se situent dans le bassin du national du Mouhoun. Ce qui fait de ce bassin le plus grand utilisateur d'intrants agricole par unité de surface (pollution théorique 2.4 à 3.6 Kg/ha tous intrants confondus). Ces pollutions théoriques assez faibles ne doivent pas masquer les risques de pollutions locales.

Les eaux de la rivière Kou par exemple sont exploitées pour l'irrigation des périmètres situés dans ce bassin versant. De plus, le ruissellement dans les champs est dépendant de la pente et des conditions cours d'eau. Toutes ces considérations réunies, sont favorables à une contamination des eaux par les produits chimiques issus des engrais et des pesticides. Le tableau ci-dessous fournit les doses moyennes d'engrais utilisées pour la section petite irrigation.



Figure10: Champ de maïs au bord du Kou

Tableau 4 : Doses d'application des engrais dans la vallée du Kou

_(Sources : service technique petite irrigation villageois dans le Houet)

Engrais	Unité	Riz	Maraîchage	Maïs	Banane
NPK	Kg/ha/campagne	300	300	150	2 500
Urée	Kg/ha/campagne	150	150	100	1 500

Ce tableau confirme un usage important des engrais surtout avec le développement de la filière banane dans cette zone.

➤ **Les régions cotonnières.**

Les principales zones où une étude de la pollution a pu être réalisée sont Houndé, Peni, Danou , Salenzo, Ziga (Dédougou) et Boromo (fleuve Mouhoun).

Ces régions connaissent un usage important des engrais et pesticides. Ce qui n'est pas sans impacts sur les ressources en eau. L'étude de la GIRE¹¹ donne quelques résultats d'analyse suivants.

Tableau 5 : Résultats d'analyse des eaux de certaines régions agricoles.

Périmètre	Composé détecté	Concentration
Fleuve Mouhoun	Ammonium	1.3mg/l = 2.35mg/l en azote total
Solenzo	Lindane	0.030µg/l
	Isobenzène	0.084µg/l
Péni	Nitrates / nitrites	3.79mg/l avril
		13.4mg/l en octobre

Dano	Nitrates / nitrites	12.4mg/l en avril & 11.86mg/l en octobre
------	---------------------	--

(Source : l'impact des engrais et pesticides sur les ressources en eau au Burkina Faso, GIRE, 2001).

On peut relever à la lecture de ce tableau que les concentrations de nitrates et de nitrites à Dono et Peni sont importantes. Ces informations restent un signe de pollution même si aucune preuve tangible ne confirme qu'elles sont liées aux activités agricoles. Les paramètres détectés relèvent toutefois des composés de pesticides.

II.1.2. Pollution d'origine domestique

Dans la zone, la pollution d'origine domestique est diffuse. Elle provient de des activités domestiques (ordures ménagères, rejets inappropriés d'eaux, latrines traditionnelles, etc.). On peut regrouper cette pollution en deux groupes :

- les ordures ménagères (déchets solides) ;
- les eaux usées et excréta ;

a) Les ordures ménagères

Notons à ce sujet que, la ville de Bobo Dioulasso, principale ville du sous bassin du Mouhoun produit en moyenne, 255 tonnes de déchets ménagers et assimilés par jour. Seulement 24.6% de cette production sont collectés et mis en décharge¹³. Le reste des ordures sont constitués en tas dans les rues, la cour ou parfois dans des carrières non contrôlées pour recevoir les ordures. Ainsi, ces ordures se retrouvent souvent dans les caniveaux d'évacuation des eaux pluviales et sont charriées par les eaux de ruissellement vers l'exutoire des cours d'eau (Bingélé, Houet, Kou, Njamé). Le tableau suivant présente l'état des décharges dans le département de Bobo Dioulasso.

Tableau 6 : décharges d'ordures ménagères de la ville de Bobo Dioulasso¹³

Désignation	Superficie (m ²)	Hauteur (m)	Volume potentiel de déchets (m ³)	Pfdeur de la nappe	Sources d'eau
Route de Dédougou	16	2,5	400 000	15m	
Route de Farama	8 – 40	3	250 000	70m	
Poste de police / rte du Mali	40	< 0,10			
Sarfallaho	1,4	3,5	50 000		Marigot à 300m
Route de Banfora/Sonsoribougou	2	-	-		
Yeguere Nord	15 – 20	< 2,5	500 000		

Yegueré	2,5	3	70 000		
Sonsoribougou – Nord de l'aéroport	17	3,5	600 000		Marigot à 300m

Les lieux préférés pour le déversement des ordures ménagères sont en général les zones de dépression qui ne sont rien d'autres que les lits de cours d'eau traversant la ville. Le comblement de ces dépressions par les déchets entraîne d'autres conséquences telles que les inondations des quartiers environnants en périodes de pluies. La ville de Koudougou compte une décharge sauvage située à 10 Km de la ville, après l'ex usine Faso FANI.



Figure 11 : Canal Brakina plein des ordures ménagères à côté de la décharge du stade omnisport.

b) Les eaux usées et excréta

Les caractéristiques des eaux usées produites ne sont disponibles que pour les grands hôtels de la ville de Bobo Dioulasso. Le tableau suivant présente quelques données sur la qualité des eaux de quelques caniveaux de Bobo Dioulasso.

Pour ce qui est des boues de vidage, notons que la ville de Bobo Dioulasso dispose de cinq sites de déversement des boues. Ce sont : Les sites de la route de Nasso, celui de la route de Banfora, de Ouagadougou, de Dédougou et la carrière du secteur 22. La vidange manuelle, quant à elle, se rencontre dans la plupart des anciens quartiers de la ville. Les populations dans ces zones (famille élargies avec des latrines traditionnelles), effectuent la vidange familiale lorsque les fosses sont pleines.

Dans la ville de Koudougou, la vidange manuelle est assez répandue, à cause de l'inexistence de camion spiros. Les boues sont utilisées dans les champs. L'usage agricole est très pratiqué par de nombreux ménages. À défaut, les boues sont abandonnées devant les concessions. Du PAS de la ville de Koudougou, nous avons tirés les données sur l'assainissement autonome de la ville de Koudougou.

Tableau 7: Données sur l'assainissement autonomes à Koudougou

Systèmes d'assainissement	Taux de ménages (%)	Nombre de ménages
Latrines dans la cour	75	9 180
WC intérieur	4	490
Sans installation	21	2 570
Total	100	12 240

II.1.3. Pollution d'origine industrielle

Les industries

Hormis quelques unités de la SONABEL et de la SOFITEX, la plupart des industries de ce bassin sont situées à la zone industrielle de Bobo Dioulasso.

Les industries implantées à Bobo Dioulasso

La question de la pollution des ressources en eau par les rejets industriels se pose avec acuité dans le bassin versant du Mouhoun. Les conflits entre les populations autochtones de Bobo et la société SAPHYTO en est une vraie illustration. Cette société est accusée de polluer le marigot Houet et partant provoque la mort des poissons sacrés. En fait, l'industrie est assez développée dans la ville de Bobo-Dioulasso et génère d'importantes quantités de déchets d'origine divers (liquides, gazeux et solides). **Les rejets d'eaux résiduelles sont estimés à 1 327 m³/J.** Plusieurs industries ne disposent pas de stations de traitement des déchets liquides. Quelques une ont un système classique non adapté avec un rendement de traitement faible voir nul. Elles procèdent par une simple décantation pour la plupart suivie d'une oxygénation et/ou de traitement chimique pour les eaux usées avant rejet. Celles qui ne disposent pas de système de traitement déversent directement dans la nature. L'essentiel des eaux usées industrielles est déversée dans le canal dit BRAKINA et est drainée par le Bingbélé.

Toutes ces industries par le biais de leurs activités, génèrent des déchets solides. Ces déchets sont en général soit incinérés soit transférés sur de décharges sauvage. L'essentiel de la pollution dans la zone est attribuée à quelques gros producteurs de déchets de par la quantité et la qualité de leurs rejets.

1) La SN-CITEX

Elle produit de l'huile à partir des grains de coton et du savon à partir de l'huile de palme. Elle est basée dans la zone industrielle située au Nord-est de la ville. Les déchets de la SN-CITEC sont essentiellement des eaux usées provenant du procès de fabrication. Elles sont chargées en soude, savon et graisse. Les rejets sont évalués à 150m³/jour. Les déchets solides sont essentiellement composés de coques de coton et de cendres. Ils sont incinérés en général. Pour le traitement des eaux usées, la SN-CITEC dispose d'une station d'épuration. Le processus d'épuration est la coagulation par la soude et un acide fort (H₂SO₄), suivies de floculation au moyen de sulfate d'alumine et de présol (accélérateur de floculation).

Ce système de traitement des eaux usées a été mis en place à la suite de l'épisode dite de la SN-CITEC survenue en 1997. Il s'agit de la rupture de la digue de la lagune aménagée dans la rivière Kou et des affluents Houet, Bingbélé entraînant la mort des poissons et des silures sacrés. Cette catastrophe avait suscité des plaintes adressées aux entreprises par les populations rurales qui ont été les premières victimes. Des analyses effectuées sur les eaux de la source de Nasso, 24 heures après la catastrophe avaient donné un pH de 14 (**d'Après PSAB, 1998**).

Les eaux usées traitées sont actuellement drainées par un canal en terre qui longe la voie ferrée avant de rejoindre le canal dit Brakina. Cependant, même traitées, ces rejets restent très chargées comme en témoignent de pH (14) et de la conductivité (CE=10640µS/cm) qui signale une forte minéralisation. Les résultats d'analyse¹² de ces rejets sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Résultats 'analyse des rejets de la SN-CITEX.

Paramètres	Unités	Résultats		Normes nationales
		Eaux Brutes	Eaux traitées	
Température	°C	50		18-40
Conductivité	µS/cm	28 000	6 420	
pH	Unité pH	11,82	5,2	6,4-10,5
Azote ammoniacal	mg/l NH3	15	4	1
Azote total	mg/l N	21	19	
DCO	mg/l O2	8 250	1 620	150
DBO5	mg/l O2	2 400	400	50
MES	mg/l	270		200
Phosphore total	mg/l PO43-	36	27	
Sulfates	mg/l SO42-		>875	600
Nitrates	mg/l NO3-	<0,1	0	50

Les rejets de la SN-CITEC, à la sortie comme à l'entrée de la station d'épuration sont caractérisés par une **forte minéralisation**, une forte **pollution organique et chimique**. Le mode de traitement reste aussi inefficace par rapport aux normes de rejet établies au niveau national. Les effluents de la SN-ITEC sont chargés en **huile minérale** dont une bonne partie est récupérée à la sortie par des femmes et mise en vente sur le marché. L'élément important contenu dans ces effluents, la potasse, est récupéré pour la fabrication de savon. Le déversement de ces effluents dans les eaux de surface entraîne la diminution de la teneur en oxygène dissous. En effet, les matières organiques vont être dégradées par des bactéries qui consomment naturellement de l'oxygène dissous des rivières, privant ainsi les organismes aquatiques cette source de vie. Cette diminution de l'Oxygène dissous peut provoquer une **anoxie** dans les plans d'eau et par conséquent, des mortalités important de poissons.



de

Figure 12 : Canal Brakina à la sortie de la SN-CITEC

2) La BRAKINA

La BRAKINA à Bobo-Dioulasso est spécialisé dans la production d'eau minérale (LAFI), de bière et des boissons gazeuses.



Figure 13 : Station dépurative de la BRAKINA

Elle consomme en moyenne 800 m³/j et produit en **moyenne 536 m³/j d'eaux usées de levures, soude, triméthane et de produits chlorés**. Pour le traitement des effluents, la BRAKINA a mis en place une station d'épuration comportant une série de trois bassins à chicane qui reçoit en même temps les eaux usées provenant du processus de fabrication et les rejets des toilettes. Les eaux de lavage et de refroidissement ne sont pas traitées. En effet, les résultats d'analyse montrent qu'elles sont chargées en MES et présentent une forte minéralisation avec une conductivité de 1298 µS/cm. Les rejets sont déversés dans le canal dit Brakina par un canal d'eaux pluviales passant devant l'usine. Les résultats d'analyse¹² des rejets de BRAKINA sont donnés ci-dessus.

Les performances de traitement de la station sont assez bonnes (**93% pour le DCO, 90.7% du phosphore, 81.5% de la minéralisation**) soit un taux d'épuration global de **80%**. Cependant, les eaux de lavage doivent être traitées avant rejets. Elles présentent une **charge chimique non négligeable qui peut avoir un impact différé par accumulation dans les eaux**.

3) L'hôpital Sanou Sourou

Le centre hospitalier national universitaire Sanou Sourou (CHNUSS) est le deuxième plus grand centre Hospitalier du pays. Sa capacité d'accueil est près de 550 lits. Avec une production journalière estimée à **150 m³**, les eaux usées de l'hôpital proviennent des diverses activités sanitaires. Ces rejets sont **déversés dans le Houet** à travers le réseau d'eaux pluviales sans aucun traitement préalable avec tous les risques pathologiques que cela comporte pour le milieu récepteur. Il faut signaler que les eaux du marigot Houet sont utilisées par **des maraîchers pour l'arrosage des légumes**. Les déchets solides estimés à **2 m³/J** sont composés de **consommables médicaux, emballages (papiers), seringues, pansement**. Ils sont déversés à la carrière derrière l'aéroport et incinérés sur place. Les résultats¹³ d'analyse révèlent une forte **contamination en germes** de ces rejets (liquides). Ils sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 9: Résultats d'analyse des rejets de l'Hôpital

	Unités	Résultats	Normes nationales
Streptocoques fécaux	/100ml	>200	
Anaérobies sulfito-réductrices	/20ml	>200	
Température	°C	29	18-40
pH	Unité pH	7,6	6,4-10,5
Conductivité	µS/cm	2 080	
Azote ammoniacal	mg/l NH ₃	145	1
Azote total	mg/l N	232	
DCO	mg/l O ₂	420	150
DBO5	mg/l O ₂	420	50
MES	mg/l	140	200
Phosphore total	mg/l	5,3	
Nitrates	mg/l NO ₃ ⁻	12	50
Sulfates	mg/l SO ₄ ²⁻	50	600
Germes totaux 37°C	/ml	2 10 ⁸	
Germes totaux 22°C	/ml	2 10 ⁸	
Coliformes fécaux	/100ml	2 10 ⁸	2000

Ces résultats montrent que les eaux usées de l'Hôpital présente des **charges organiques et bactériologiques très importantes**. Les fortes teneurs en azote et en **DBO₅** créent une **anoxie dans les eaux du marigot Houet** où ils sont directement rejetés. Plusieurs risques sont liés à ces rejets dont:

- La disparition des silures sacrés de la ville de Bobo-Dioulasso ;
- Les risques de maladies des maraîchers utilisant ces eaux contaminées pour l'arrosage. Ils y vraiment lieu de s'interroger sur la qualité de ces produits maraîchers !

Au vu des risques liés à ces rejets sur la santé humaine et environnementale, un traitement efficace est nécessaire.

4) La CBTM

La Compagnie Burkinabé de transformation des Métaux créée en 1973, est spécialisée dans la production d'article de ménage métallique et de tôles. Ses activités génèrent des déchets, **dont 1.5 m³ d'eaux** usées chargées en polluants chimiques. Une vue succincte de l'état de la qualité et de la gestion des eaux usées est consignée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10 : Charges et devenir des rejets liquides

Production	Approvisionnement en eau	Consommation (m ³)	Rejets en m3	Polluants	Lieu de rejets
Couvertures et articles de ménage métalliques	ONEA	1.5	1.5	Acide, phosphate nitrique, soude caustique, bicarbonate de soude	Bassin de décantation, canal

(source : Rapport RESO 1999)

5) La MABUCIG

La MABUCIB est la seule société de fabrication de cigarettes au Burkina Faso. Elle a été créée en 1966. Les déchets produits sont essentiellement chargés en goudron, colle, poussières et emballages pour les déchets soldes. Ils sont déversés dans la nature **sans aucun traitement préalable**. Les usées estimées à **50 m³/J** sont évacuées par le canal Brakina. Quant aux déchets solides, ils sont déposés au niveau de la décharge de l'aéroport. L'analyse de ces eaux usées a donné les résultats suivants :

Tableau 11 : Résultats d'analyse des rejets de la MABUCIG

Paramètres	Unités	Eaux brutes	Normes nationales
Température	°C	27	18-40
pH	Unité pH	8	6,4-10,5
Conductivité	µS/cm	1220	
Azote ammoniacal	mg/l NH ₃	230	1
Azote total	mg/l N	120	
DCO	mg/l O ₂	807	150
DBO5	mg/l O ₂	520	50
MES	mg/l	240	200
Phosphore total	mg/l	67	
Nitrates	mg/l NO ₃ ⁻	10	50
Sulfates	mg/l SO ₄ ²⁻	14	600

Les effluents de la MABUCIG présente une forte **charge organique**. Cette situation se traduit par une consommation accrue d'oxygène dissous et des risques d'eutrophisation des milieux récepteurs (prolifération d'algues, modifiant de la flore aquatique des plans d'eau).

6) La SOFIB

La société de Fabrication Industrielle Barro (SOFIB) est une entreprise qui produit de l'huile à base des grains de coton, du beurre de Karité et du savon à partir de l'huile de palme. Elle dispose de deux unités de production : une huilerie et une savonnerie. La SOFIB produit en moyenne **60 m³ d'eaux usées (d'après PSAB 1988)** par jour composées d'huile, de glycérine et de soude. Les rejets sont traités par décantation dans une série de bassins qui manquent d'entretien (voir photo). Ces effluents rejoignent le canal dit Brakina, très chargés d'huile et de potasse dont une bonne partie est récupérée par les riverains et mis en vente sur le marché.

7).Autres sources de pollution

Dans la ville de Bobo, plusieurs entreprises déversent leurs rejets dans le réseau d'eaux pluviales. On peut citer entre autres : ABATTOIRE, SONACEB, SAP, SIFA, SAVANA (SOPROFA), SAPAPIL (WINNER INDUSTRIE), PROFIMETAUX, SOFITEX, SOFIB, AFRIPLAST, FASO KOSSAM, SOFACI-BARIKAIGUI, IMPRIMERIE, SAFCO, SONABEL, SONBHY etc.



Figure 14 : Drain des eaux usées de l'abattoir

Les eaux de ces industries sont déversées dans le réseau sans traitement préalable. Avec leur **forte concentration en azote et en phosphore, les risques d'eutrophisations sont très élevés !**

Les autres unités industrielles du bassin versant du Mouhoun

Comme autres unités industrielles sources de pollution dans le bassin du Mouhoun, on peut citer entre autres, La SOFITEX à Koudougou et à Dédougou et à DEDOUGOU et etc.

Les mines.

Les activités minières du bassin suspectées comme sources de pollution sont essentiellement celles de la mine d'or de Poura (qui ne fonctionne plus) et de la société COVEM qui fabrique les carreaux et les chaux. Dans la mine d'or, c'est l'extraction de l'or par la gravimétrie, l'amalgamation, la flottation et la lixiviation au cyanure qui présentait des risques de pollution pour les ressources en eaux. La carte ci dessous présente les principales sources de pollution dans la ville de Bbo Dioulasso.

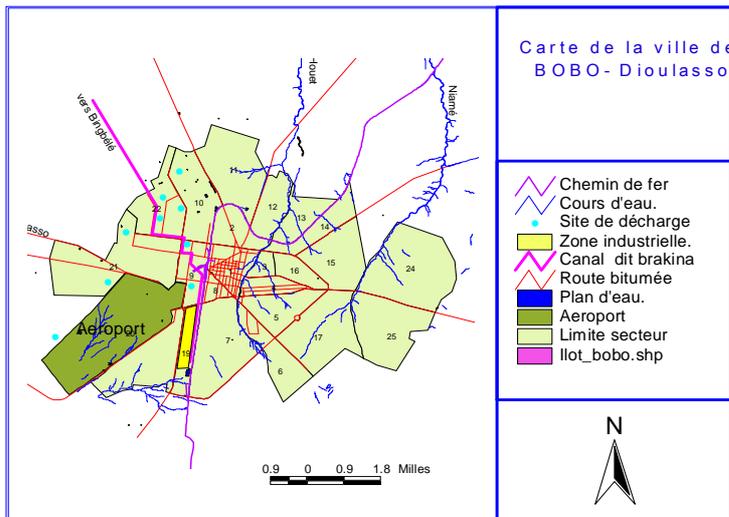


Figure 15: Carte de localisation des sources de pollution dans la ville de Bobo

II.2. SOURCES DE POLLUTION DANS LE SOUS-BASSIN DU NAKAMBE

II.2. 1. Pollution d'origine agricole

Dans le bassin versant de Nakambé, on peut noter qu'il ya moins de périmètres irrigués que dans le Mouhoun. Ce a pour corollaire une pollution agricole théorique moins importantes. Les principaux périmètres irrigués de la zone sont :

- les aménagements du lac Bam ;
- le périmètre irrigué de Bagré ;
- le périmètre de Mogtédou.

Le tableau suivant donne l'ordre de grandeur d'usage des engrais dans le lac Bam et le périmètre irrigué de Bagré ¹¹ (Paula Van Meenen, dec 2001)

Tableau 12 : Usage d'engrais dans quelques périmètres irrigués dans le Nakambé

Périmètres irrigués	Urée (kg/ha/campagne)	NPK (kg/ha/campagne)	Culture
Lac Bam	200	400 – 500	Haricot vert*
	150	100-200	Carotte
	200	300	Oignon
Bagré	200	200	Riz*

Les produits phytosanitaires les plus utilisés sont : Décis (deltametrine) et Furandan (carbofuran). Les études réalisées dans le cadre du programme GIRE donne pour les eaux de surface de

Mogtédo un pH 5,6 de tandis qu'a Bagré le pH est relativement basique (pH 7.7). Il ya une légère différence d'acidité entre les eaux du lac Bam et les eaux souterraines de cette région.

L'étude établit que les concentrations de nitrite, nitrate et de l'ortho-phosphate sont très faibles à Bagré. Cela peut être du au peuplement du drain par des végétaux qui consomment les engrais. Le cas du Bam est similaire à celui de Bagré. On peut noter que le périmètre de Bagré est suspecté de polluer les eaux du lac Volta au Ghana. Le transfert amont aval y serait important.¹ Le recherche de pollution agricole réalisée dans le cadre du programme GIRE n'a identifié aucune région cotonnière dans le Nakambé comme source potentielle de pollution.

II.2.2. Pollution d'origine domestique

Les ordures ménagères et décharges sauvages

La ville de Ouagadougou dispose d'un schéma de gestion des ordures ménagères assez bien organisé. Elle dispose pour cela, de moyens logistiques adéquats. Avec une population estimée à 1.2million d'habitants en 2005, Ouagadougou produit environ 800 tonnes de déchets solides par jour (Traoré, 2005). Bayili (2001) affirme que le taux de collecte des ordures produites était d'environ 40% en 2005. 25% de cette part sont collectés par les entreprises privées et associations, les 75% restant par les services techniques municipaux. Cependant, on peut noter une forte inégale répartition de la couverture. Les interventions étant concentrées ans le noyau central de la ville. Le tableau ci après présente les décharges d'ordures ménagères de la ville de Ougadou

Tableau 13: Décharges d'ordures ménagères de la ville de Ouagadougou

Désignation	Superficie (m ²)	Hauteur (m)	Volume potentiel de déchets (m ³)	Pfdeur de la nappe en m	Présence de source d'eau
Boulmiougou /Pissi	4	2,5	100 000	12	
Somgandé/clinique de la paix	2	3	60 000	15	ruissellement souterrain temporaire remontant au maximum de 5 m à la base du site
Somgandé/route de Kongoussi	> 8	2,5	200 000	10	
Somgandé/ ceinture verte	< 8	2,5	200 000	20	
Soniaba/ Route de Léo	16	3	500 000	27	
Soniaba/ Nagaren	> 30	2,5	750 000	30	
Sig noghin/route de Kongoussi	12	2,5	100 000	15	
Sig noghin/route de Ouhaigouya	> 16	3	500 000	10	
Boswende/route de Kaya	> 10	2,5	250 000	12	

Les autorités ont pris un ensemble de dispositions contenues dans le Schéma Directeur de Gestion des Déchets (SDGD) de Ouagadougou. Le SDGD A permis d'atteindre un taux de collecte d'ordures ménagères important.

Pour l'instant, les OM non enlevées sont éparpillées dans de nombreux dépotoirs sauvages ou décharges incontrôlés. Une partie de ces déchets solides rejetée dans les caniveaux et les collecteurs est par conséquent acheminée en saison de pluies, vers les marigots et les barrages.

La gestion des déchets n'est pas encore bien structurée dans la ville de Ouahigouya. Dans les villages, la gestion des OM est similaire inhérente aux habitudes des ménages.

Eaux usées et excréta

La gestion des eaux usées dans ce bassin est presque similaire à cela rencontrée dans le Mouhoun.

Les villes de Ouagadougou et de Koupéla disposent de camions spiros pour la vidange des excréta. On dénombre à Ouagadougou, en plus des services techniques municipaux, de la Gendarmerie, le Génie militaire l'ONATEL, quatorze entreprises privées de collectes de boues des fosses septiques. L'étude menée en 2002 par le Groupe EIER/ESTHER/CREPA portait le volume total de boues à 233 235 m³. On compte pour la ville de Ouaga, sept sites de déversement de boues.

II.2.3 Pollution d'origine industrielle

Les industries

Tout comme la ville de Bobo Dioulasso dans le Mouhoun, la ville de Ouagadougou regroupe la plupart des industries de ce bassin.

Les industries implantées à Ouagadougou

1) ABATTOIR FRIGIRIFIQUE DE OUAGADOUGOU

Le rejet de l'abattoir était estimé en 2005 à 150 m³/jour (**d'après PSAO version définitive**). Les eaux sont essentiellement chargées en matières organiques et en azote. L'ABATTOIR ne dispose pas d'un système de traitement des eaux. Il rejette directement ses eaux usées dans la nature.

2) BRAKINA (OUAGADOUGOU)

Hormis la production d'eau minérale, le BRAKINA (Ouagadougou) mène des activités similaires que celles de Bobo Dioulasso. Elle produit aussi de la bière et des boissons gazeuses. LA BRAKINA produit à elle seule, les **60 % des eaux usées des gros pollueurs (BRAKINA, TAN-ALIZ et ABATTOIR)**. Les caractéristiques des rejets sont presque les mêmes que celles que nous avons présentées plus haut.

3) TAN-ALIZ

Créé en 1990 sous l'appellation première de SBMC, la TAN-ALIZ évolue dans le domaine des cuirs et peaux. Ce secteur qui est **reconnu être le plus polluer (d'après PSAO version définitive)** entraîne des nuisances par le rejet des effluents liquides. Les eaux usées sont chargées en **chrome, sulfures** qui dégagent des odeurs pestilentielles. Les odeurs sont accentuées par les peaux vertes

(eaux non salées), la dégradation anaérobie de la charge des eaux usées retenues dans les mares, l'absence de traitement biologique des boues.



Figure 16 : Rejets de TAN-ALIZ

Tableau 16 : Résultats d'analyse des éléments trace dans le rejet de TAN-ANIZ

Paramètres	Tan - aliz	Faso normes
	Rejets (mg/L)	Valeurs limites
Chrome	6.4	0.1
Cadmium	<0.1	0.5
Mercure	-	0.17
Cuivre	0.06	1

4) Hôpital YALGADO OUEDRAGO

Le centre hospitalier national de Yalgado OUEDRAGO de Ouagadougou, tout comme l'hôpital Sanou Sourou, génère des eaux usées par ses activités. A leur sortie, elles sont récupérées par des jardiniers et des horticulteurs installés à l'intérieur et à la périphérie de l'hôpital pour arroser leurs plants. La part d'eaux usées non récupérée rejoint les rejets d'eaux chargés en hydrocarbure de la centrale Ouaga I de la SONABEL et les boues de la station de traitement de l'ONEA pour se jeter enfin dans la forêt classée Bagre Weogo. Les caractéristiques sont similaires à celles présentées dans le bassin du Mouhoun. La plupart des villes du bassin disposent de centre hospitalier régional dont les activités génèrent des liquides susceptibles de nuire à l'environnement.

Les industries implantées dans les autres villes

On peut signaler la ville de Kaya qui suscite une attention particulière vu le rôle de ses **tanneries artisanales**.

Le bassin du Nakambé comporte plusieurs sites aurifères dont l'exploitation est du type artisanal. Les sites d'orpaillage les plus importants se trouvent dans les régions de Kaya, de Bittou et de

Yako. Elles sont toutes des sources potentielles de pollution. La carte ci dessous présente les principales sources de pollution dans la ville de Ouagadougou.

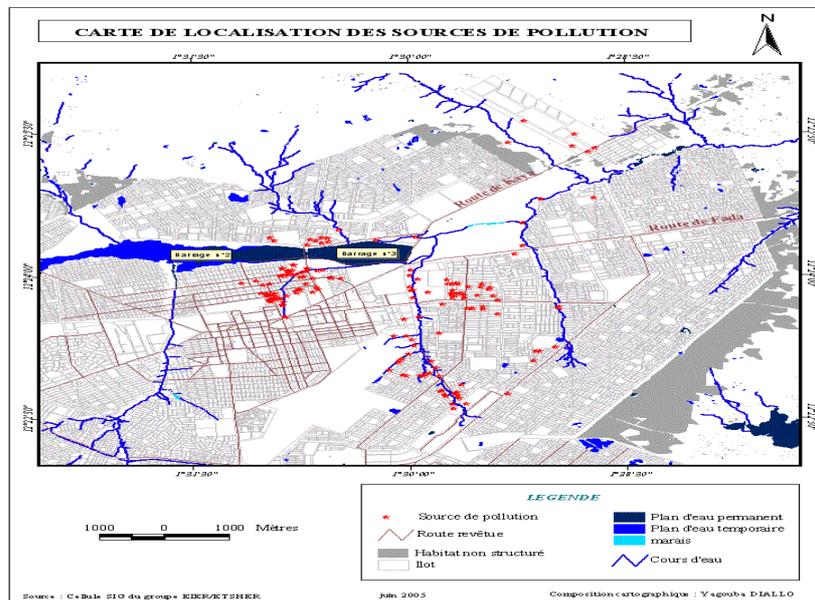


Figure 17: Carte de localisation des sources de pollution dans la ville de Ouagadougou

III. MODELES DE TRANSFERT DES POLLUANTS DE LA SOURCE A LA RESSOURCE

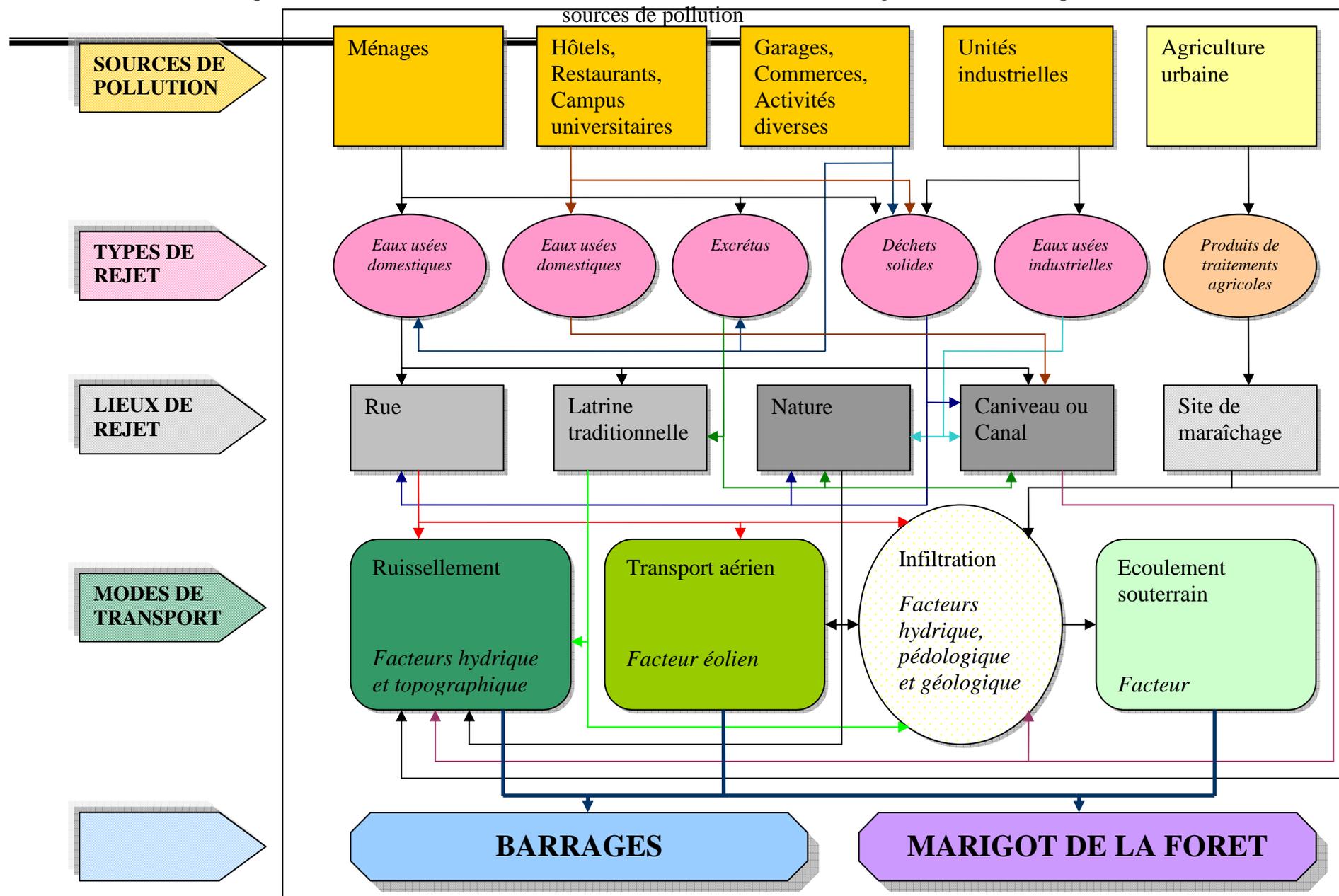
Dans cette section du travail, nous avons tenté de modéliser le transfert du polluant de sa source à la ressource. Il s'agit de présenter par un logigramme le processus de transfert du polluant.

Le rôle des eaux pluviales est important dans les transferts de pollution. Les eaux de ruissellement lessivent les sols, les surfaces imperméabilisées et de chargement issus des déchets solides et liquides. Les eaux pluviales peuvent contenir de ce fait des métaux lourds, et des toxiques : Plomb, zinc, hydrocarbures. En milieu rural elles provoquent en outre le lessivage des terres agricoles, entraînant engrais et pesticides vers les cours d'eau ou les nappes. Les décharges de déchets domestiques ou industriels, lorsqu'elles ne sont pas aménagées, sont également lessivées par les eaux de pluie.

Le modèle de transfert des polluants s'inspire des résultats précédents. Il est la représentation théorique du phénomène de la pollution des eaux superficielles en décrivant le parcours des polluants de la source à la ressource en eau. Dans cette description, il intègre plusieurs facteurs (hydrique, pédologique, topographique, éolien, etc.) influençant le mode de transfert. Dans le cadre de ce travail, nous sommes limités à présenter le modèle de transfert de polluants pour les villes de Ouagadougou et de Bobo Dioulasso. Nous n'avons pas pu le transfert des polluants pour les autres villes du bassin comme Koudougou, Kaya, Dédougou par manque de temps. Toutes fois comme l'essentiel de la pollution de ce bassin se localise dans ces deux villes, on a tout de même une meilleure visibilité de transfert des polluants dans tout le bassin.

La figure ci dessous montre le modèle de transfert de polluants dans la ville de Bobo Dioulasso et de Ouagadougou

Contribution à l'étude de la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta au Burkina Faso: Diagnostic, suivi de la qualité et états des lieux des



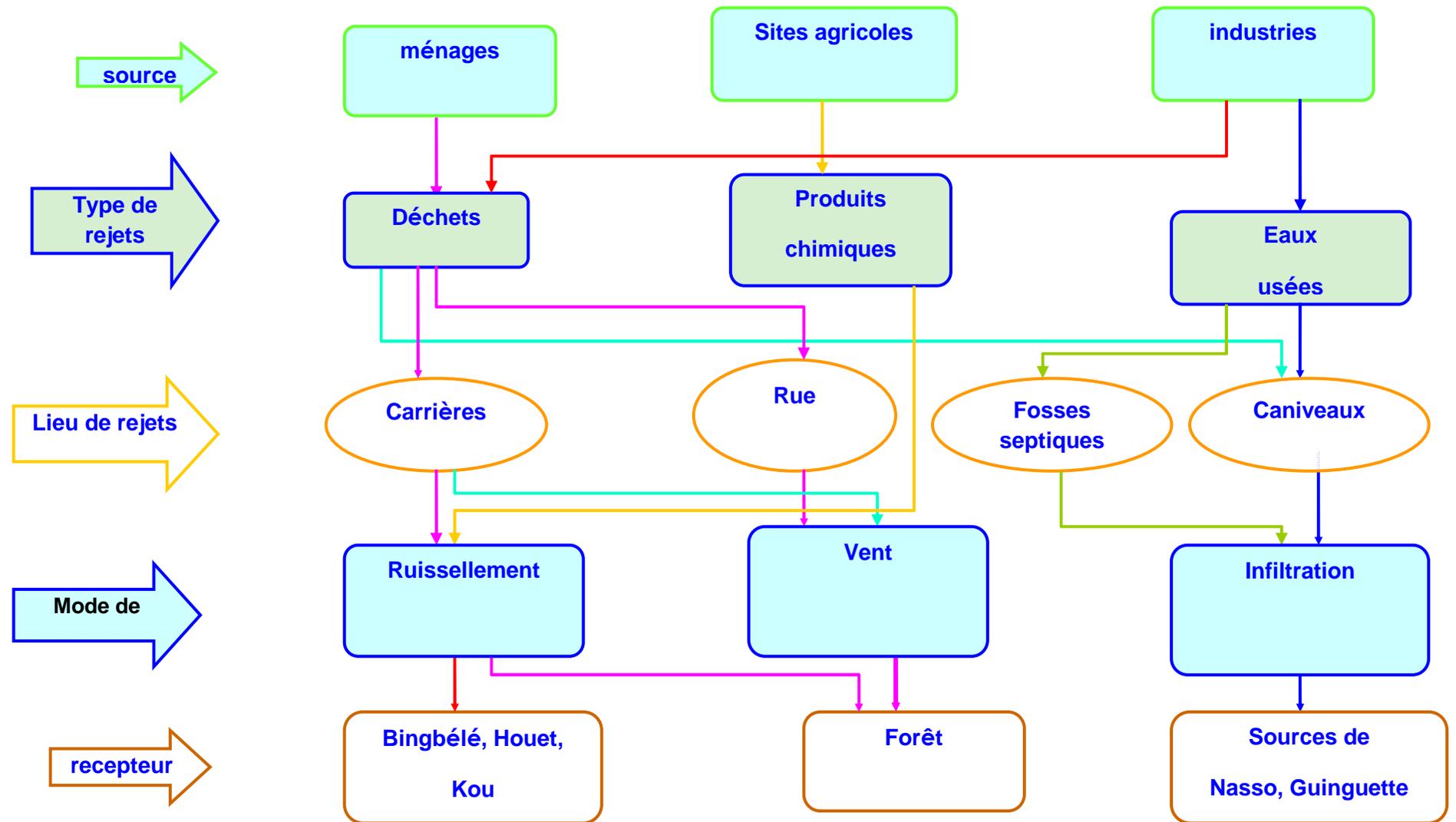


Figure18 : Modèle de transfert de polluants de la source à la ressource en Eau dans la ville de Bobo Dioulasso et Ouagadougou (en haut)

IV. LES CONSEQUENCES DE LA POLLUTION DES EAUX DE SURFACE DANS LE BASSIN DE LA VOLTA (Partie Burkina)

Les conséquences de la pollution des ressources en eau sont nombreuses. On peut citer entre autres les conséquences sur la santé humaine, écologiques, socioéconomiques ect.

- Les conséquences de la pollution sur la santé humaine. Au niveau de la vallée de Kou, une étude réalisée par le CSPS a donné les résultats suivants :

Tableau 15 : Données sur quelques cas de maladies liées à l'eau dans le Kou

Nombre de cas pathologies	0 à 4 ans	5 à 14ans	Adultes	
			Hommes	Femmes
paludisme	1 259	441	410	976
Diarrhée & Dysenterie	77	14	55	88
Parasitoses intestinales	13	15	32	43
Schistosomiase	1	1	13	4

Un examen attentif de ce tableau permet de dire que les adultes sont les plus vulnérables aux maladies liées à l'eau telles que le schistosome urinaire, les parasitoses intestinales, etc. Cela ne peut s'expliquer qu'en admettant le fait que les adultes sont plus en contact avec l'eau. C'est eux qui s'occupent pour l'essentiel de l'arrosage des parcelles. Un autre facteur important est sans doute le manque de protection des irrigants (gans, bottes). Pendant les cultures, les paysans travaillent pied nu, ce qui facilite le contact Homme-Eau, les exposant aux maladies de la peau, parasites de bilharziose, schistosomiase, etc. Cissé et coll. (2001) ont comptabilisé quatre catégories de personnes sur qui l'utilisation agricole des eaux résiduaires fait peser un risque potentiel : (i) les ouvriers agricoles travaillant dans les champs, (ii) les manutentionnaires et manipulateurs des produits des récoltes (iii) les consommateurs des cultures (hommes et bétails), (iv) les personnes vivant à proximités des champs. La prolifération des vecteurs de maladies due à la présence d'eaux usées ou d'ordures, présente un risque sanitaire non moins important car plusieurs études ont montrée qu'à Ouagadougou, les taux de prévalence du paludisme, des maladies diarrhéiques, de la leishmaniose, ... sont élevées.

- Les conséquences écologiques. Sur le plan écologique, on peut citer qu'il y a une perte non négligeable de la biodiversité se traduisant par la disparition de la faune et de la flore aquatique dans certains cours d'eau et zone humide. La mare de Hippopotames étant la plus indexée. La pollution a contribué également à une eutrophisation continue des plans d'eau (**Maiga et col.**) due à une quantité excessive en azote et phosphore, que génèrent les mauvaises pratiques culturelles dans les périmètres irrigués. C'est ainsi qu'on observe les algues-verts, les jacinthes d'eau et de salade d'eau qui indique un problème sérieux de d'eutrophisation.
- Sur le plan socioéconomique. La pollution (présence des bactéries, virus, agents pathogène) rend le coût de production de l'eau très élevé puisqu'il faut dans ce cas

traiter l'eau de façon spécifique avant de l'injecter dans le réseau de consommation. Elle empêche de l'usage de l'eau pour la baignade, pour la piscine. La pêche est fortement entravée par la pollution en ce sens qu'elle détruit le milieu aquatique. C'est ainsi qu'on peut observer de nombreux poissons morts dans certains cours d'eau indiquant ainsi de faible niveau d'oxygène. Elle est également source de conflit. C'est le cas du fleuve Houet où les poissons massacrés ont été massacrés par les rejets de la zone industrielle.

La présence dans l'eau de certains pesticides, produits chimiques (engrais, ...), métaux (plomb, cadmium, chrome, arsenic...) et composés chlorés, endommagent certains invertébrés, en s'y accumulant, Ils produisent des effets toxiques sur certains poissons prédateurs, dont la consommation par les humains peut nuire à la santé et même causer la mort.

En définitive, nous pouvons conclure en disant que la pollution peut constituer un vrai frein au développement d'un pays. Puisque avec une population malade, des ressources naturelles endommagées, aucun élan de développement durable n'est saurait être pris. Il est donc opportun de prendre au sérieux la question de la qualité de l'eau. Un suivi permanent de la qualité s'avère nécessaire.

CHAPITRE III : SYNTHÈSE SUR LE SUIVI DE LA QUALITÉ DES EAUX DE SURFACE DU BASSIN DE LA VOLTA AU BURKINA

La chapitre précédent a tenté de présenter les principales sources de pollution dans le bassin de la Volta au Burkina. La présente section quand à elle est dédiée à une synthèse sur le suivi de la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta au Burkina. Le chapitre se penche en premier lieu sur les normes de qualité des eaux utilisées au Burkina Faso, la loi sur l'eau et sur les réseaux de suivi de la qualité des ressources en eau de surface du bassin de la Volta au Burkina. Les laboratoires d'analyse des eaux y sont également présentés de façon sommaire. Ensuite une analyse synthétique sur les forces et faiblesses du réseau de suivi de la qualité est faite. Enfin, le chapitre se termine par des propositions pour un meilleur suivi de la qualité des eaux de surface dans la zone d'étude.

I. SUIVI DE LA QUALITÉ DES EAUX DE SURFACE

I.1. LEGISLATIONS ET NORMES (DE LA QUALITÉ) SUR LES EAUX AU BURKINA

➤ La Législation;

IL n'existe pas au Burkina une législation spécifique sur le suivi de la qualité des eaux. Les législations y relatives sont incluses dans celles qui traitent de l'eau en général et de sa qualité en particulier. A ce sujet, on peut dire que le secteur de l'eau a toujours fait l'objet d'attention soutenue de la part de l'Etat burkinabé aussi bien à l'époque coloniale que depuis l'indépendance¹⁶. En témoigne le nombre et le volume important des conventions internationales, des lois et règlements concernant directement ou indirectement l'eau. La législation aborde les principaux pôles en particulier ceux de l'alimentation en eau des populations, et de la protection de la ressource. Ainsi, les prélèvements sont soumis à une autorisation ou une déclaration. Les captages sont protégés par un système de périmètre de protection. D'autres dispositions réglementaires intéressent l'assainissement et l'élimination des déchets. Comme principales législations en matière de la qualité de l'eau, on peut citer :

- la loi n° 002-2001/AN DU 8 Février 2001 portant loi d'orientation relative à la gestion de l'eau qui stipule dans son article 4 que " la diversité biologique des écosystème aquatiques, leur rôle dans la régulation et le renouvellement des ressources en eau, l'importance des fonctions sociales, économique et culturelles auxquelles ils participent confère à leur conservation un caractère prioritaire et d'intérêt général";
- la loi n° 005/97/ADP du 30 janvier 1997 portant code de l'environnement contre toutes les formes de dégradation afin de valoriser les ressources naturelles, lutter contre les différentes formes de pollutions;
- la loi n° 23/94/ADP du 19 Mai 1994 portant code de la santé publique prévoit des mesures visant pour lutter contre la pollution et pour promouvoir la salubrité du cadre de vie;
- décret n° 98-323/PRES/PM/MEE/MATE/MIHU/MS/MTT du 28 juillet 1998 portant réglementation de la collecte, du stockage, du transport, du traitement et de l'élimination des déchets urbains;
- décret n° 98-332 PRS/PM/MME/MCIA/MEM/MS/MATS/METSS/MEF du 28 juillet 1998 portant conditions d'ouverture et de fonctionnement des établissements dangereux, insalubres et incommodes;
- décret n° 2001-126/PRES en date du 03 avril 2001 promulguant la loi n°002-2001/AN du 08 février 2001 sur la gestion de l'eau.

➤ **Les Normes;**

Il existe plusieurs normes pouvant être utilisées pour l'évaluation la qualité de l'eau. C'est ainsi que l'on peut distinguer:

- la norme de qualité des eaux brutes destinées à la production d'eau potable. Cette norme est particulièrement utilisée par l'ONEA lors de captage d'eau de surface **Elle donne les trois procédés de traitement d'eau nécessaire à appliquer à une eau brute superficielle selon les catégories de qualité A₁, A₂, A₃**. L'eau de catégorie A₁ telle que définie par la norme doit subir un traitement physique simple et une désinfection (par exemple, une filtration rapide et désinfection). La catégorie A₂, doit en plus des traitements précédent subir un traitement chique par exemple conséquente; Par exemple une préchloration puis une chloration finale pour la désinfection., Enfin, pour ce qui est des eaux de type A₃, elles doivent connaître un traitement chimique plus poussée par exemple une chloration au "break point" ou un affinage au charbon actif ou encore une désinfection par ozonolyse. La norme fixe également les impératives I et les valeurs guides G à respecter pour les 46 paramètres de la qualité de l'eau. L'ONEA utilise pour ses eaux brutes les normes françaises sur la qualité des eaux brute destinées à la production d'eau potable (AFNOR); Le Burkina n'ayant pas, comme beaucoup de pays africains francophones, une norme spécifique sur la qualité des eaux brutes destinées à la consommation; Laquelle devait pourtant tenir compte des spécificités du Pays en la matière.

Des discussions faites avec le Directeur Régionale de l'ONEA pour la région du Centre, on peut retenir que le traitement le plus usuel au Burkina est de type A₁, les eaux de surface de la région étant considérées dans leurs ensembles comme de **bonnes qualités** pour la production d'eau potable. Seules quelques plans d'eau du Mouhoun présentèrent de problème **d'odeurs**. On peut aussi signaler des problèmes de liés aux **pesticides** à Ouyigouya selon le Responsable du Laboratoire centrale de l'ONEA.

- la norme des eaux destinées à la consommation humaine. Elle est relative à l'eau potable. Pour ces normes, l'ONEA utilise les normes OMS. Cette norme précise des valeurs limites pour les paramètres essentiels de la qualité et la salubrité des eaux. **L'annexe** donne une comparaison entre les normes OMS, CEE19888, et la norme française des eaux destinées à la consommation humaine.

Actuellement, selon le responsable du laboratoire de la DGIRE le Burkina Faso est entrain de rédiger ses propres normes sur la qualité de l'eau (**FASO Norme**) qui seront conformes aux spécifiques du pays et sa capacité technique et technologique d'analyse et de traitement des eaux .

- La norme des eaux destinées à l'irrigation. Les normes des eaux destinées à l'irrigation peuvent être d'origine diverses (eaux de surface, eaux souterraine, eaux usées traitées ou non,...). Quelques soit leurs origines, elles doivent répondre à certains critères de qualité physico-chimiques et bactériologiques.

I.2. Réseaux de suivi de la qualité des eaux de surface

Le réseau de suivi de la qualité des eaux est de création récente au Burkina, il existe seulement depuis 1992 et compte aujourd'hui 33 sites de prélèvement sur les eaux de surface et souterraines. Un réseau pilote a été installé dans le bassin du Nakambé par le programme GIRE ; un autre réseau pilote a été défini dans le Sud-Ouest par le programme RESO, mais il n'a jamais fonctionné véritablement en raison du manque de moyens ; l'ONEA suit la qualité des eaux sur ses sites de prélèvement, et ces données sont **très précieuses**, mais il s'agit d'un réseau secondaire et non d'un réseau primaire national.

Actuellement, le suivi systématique de la qualité des eaux est insuffisant (**D'après le SNIEau (2004)**). De plus, les variables qui ont été choisies pour le suivi concernent essentiellement la qualité de l'eau potable. Par conséquent, le niveau de connaissance de cette qualité demeure encore faible.

Les réseaux existants portant sur la qualité de l'eau comprennent le comme mentionné ci dessus le réseau de la DGRE, du programme RESO et de l'ONEA. En plus de ces réseaux, une étude nationale de la pollution par les pesticides a été conçue et mise en œuvre dans le cadre du programme GIRE. Tous les réseaux sont décrits brièvement ci-dessous.

I.2.1. La DGRE

Les entretiens avec le responsable du laboratoire d'analyse des eaux de la DGRE nous a permis de comprendre ce qui est fait en terme de suivi de la qualité des eaux de surface sur le bassin de la Volta (points de suivi, fréquence de suivi, paramètre suivi). Nous avons également pu, lors de cette rencontre obtenir la base des données existante sur la qualité des eaux (eaux de surface et eau souterraines) du Burkina qui comporte les données d'analyse des eaux depuis 1982 jusqu'en 2003. Les autres données d'analyse depuis 2004 sont encore consignées pour le moment sous une feuille Excel. Le responsable actuel du laboratoire signale toutes les difficultés qu'il a à exploiter la base des données existante et qu'il a découverte depuis son arrivée. Il préfère pour l'instant utiliser Excel pour consigner les données. Cette base des données a été conçue dans le cadre du programme GIRE. Les données n'y sont pas suffisamment renseignées car selon le responsable du laboratoire de la DGRE, le suivi régulier de la qualité des eaux n'a commencé qu'en 2006. Même si ce suivi selon lui souffre encore de nombreuses insuffisances. Cette base des données sera exploitée dans la seconde phase de l'étude non seulement pour établir la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta au Burkina mais aussi pour **la mise en place d'une base des données sur la qualité des eaux de surface à l'échelle de tout le bassin de la Volta**. Il ressort aussi de ces entretiens avec la DGRE que le réseau de suivi de la qualité de l'eau de cette institution comprend 32 stations d'eau de surface et souterraines sur toute l'étendue du territoire. Sur ces 32 stations, le bassin de la Volta compte pour 62.5 % soit un total de 20 stations (eau de surface et eau souterraine). Dans le Nakambé, on a 09 sites pour le suivi des eaux de surface alors que le Mouhoun en a seulement trois selon le responsable de laboratoire de la DGRE. Il convient de préciser à ce niveau que l'unanimité sur le nombre exacte des points de suivi de la qualité n'est pas acquise. En effet, en se referant au document "synthèse de suivi des Ressources en Eau en 2004" de la DGRE, le site de suivi de la qualité des eaux de l'institution serait au nombre de 33 au lieu de 32 comme indiqué par le responsable du laboratoire de la DGRE. Soit une différence **de un**, qui à notre avis est un peu faible pour influencer l'analyse des données sur la qualité des eaux au Burkina, objet de la seconde phase de cette étude. Par ailleurs, une étude réalisée en 2004 par le DGRE dans le cadre du programme GIRE sur **l'optimisation des réseaux de suivi des Ressources en Eau** avait proposé, pour une meilleure connaissance de la qualité des eaux au Burkina, d'autres points supplémentaires. Ce qui implique qu'en 2008 le nombre de sites de suivi devait être revu à la hausse en non l'inverse comme semble être le cas. Par ailleurs, le document sur le Système d'information sur l'eau au Burkina écrit en 2004 reconnaît le chiffre 32 mais parle plutôt de **11** sites pour le suivi de la qualité des eaux de surface dans le Nakambé et de **7** dans le Mouhoun. A ce niveau, on note un écart non négligeable de **2** pour les eaux de surface du Nakambé et de **4** pour les eaux de surface du Mouhoun par rapport au chiffre donné par le responsable du laboratoire de la DGRE. Il importe à ce sujet de mener une investigation plus poussée pour savoir le nombre exact actuel de points de suivi de la qualité des eaux de surface de la DGRE. Toutes fois cette **différence apparente** ne peut s'expliquer qu'en admettant le fait que le nombre de point de suivi peut varier selon que l'on veuille dénombrer les points de suivi prédéfinis et qui existent ou les points de suivi existants et qui sont véritablement suivis. En fait, il existe apparemment des points qui ont été identifiés pour le suivi de la qualité des eaux mais qui dans la pratique ne sont vraiment pas suivis. En outre d'autres points de suivis sont situés sur des cours d'eau non permanent qui s'assèchent en saison sèche. Le suivi n'est pas régulier à cause de **budget alloué et de la ressource humaine très limitée**.

Deux personnes seulement pour le suivi de la qualité à l'échelle nationale, nous a signalé le Directeur de la DGRE ! Par an, on assiste à deux prélèvements en hautes et en basses eaux selon le responsable du laboratoire de la DGRE. Le choix de la période d'échantillonnage a été fait de façon à pouvoir évaluer l'impact des apports pluvieux sur la qualité des eaux. En fait, les caractéristiques d'une masse d'eau donnée peuvent changer considérablement avec les événements climatiques (précipitation, sécheresses, température ambiante, etc.); Le suivi de la qualité des eaux n'est pas régulier en dépit de ce faible taux de fréquence de suivi (2 fois par an) à l'échelle nationale. Il manque **permanemment de réactifs** et le budget alloué pour le suivi de la qualité des eaux est très mitigé. La question de la qualité des eaux de surface est encore très peu préoccupante dans l'élaboration du budgets du ministère en charge de l'eau au Burkina Faso, nous a signifié le responsable du laboratoire de la DGRE. Il importe pourtant d'avoir une attention toute particulière sur la question de la qualité des eaux compte tenu des effets dommageables et irréversibles qu'elle peut induire. La santé des populations, l'environnement, et certains secteurs de l'économie comme, l'industrie, la pêche, le tourisme, dépendent fortement de la qualité des eaux et donc de leur suivi. Bien que la question de la pollution des eaux ne se pose pas encore avec beaucoup d'acuité au Burkina, il importe d'accorder toujours un **regard attentif** car une source d'eau polluée n'est pas différente d'une missile latente qui tue sans bruit.

Comme autre limite constater au niveau de suivi de la qualité des eaux de surface à la DGRE, on peut signaler le fait que l'institution n'arrive pas encore à prendre véritablement en compte les résultats des études qu'elle a eue elle même à réaliser en 2004 sur l'optimisation des réseaux de suivi de la Ressource en Eau. Quatre ans après, certaines recommandations très pertinentes de ces études sont encore restées dans les tiroirs. En effet, au cours de notre entretien avec la DGRE, rien ne nous a été signalé quand à la prise en compte des sites de **base, de tendance et de pollution** telles qu'avait recommandé cette étude. L'étude avait proposé par exemple un autre site à Kaya1 et Kaya2 qui ne sont pas pris en compte actuellement dans le suivi de la qualité des eaux au Burkina. La fréquence de suivi et certains paramètres à suivre proposés ne sont pas toujours pris en compte. Nous reprenons à la fin de ce chapitre certaines recommandations de cette étude ainsi que nos propres recommandations pour un meilleur suivi de la qualité des eaux. Le tableau suivant présente le réseau de suivi de la qualité des eaux de la DGRE dans le bassin de la Volta

Tableau 16 : Réseau de suivi de la qualité des eaux dans le bassin de la Volta au Burkina

Bassin Versant	Nom point de mesure	Type Point de Mesure (cours d'eau, barrages...)	Département	Province
Nakambé	Barrage 2	Barrage	Ouagadougou	Kadiogo
Nakambé	Barrage 3	Barrage	Ouagadougou	Kadiogo
Nakambé	Barrage de Goinré	Barrage	Ouagadougou	Yatenga
Nakambé	Loumbila barrage	Barrage	Lombila	Oubritenga
Nakambé	Nobéré (Le Nazinon à)	Cours d'eau	Nobéré	Zoundwéogo
Nakambé	Nakambé à	Cours d'eau	Zam	Ganzourgou

	Wayen			
Nakambé	Kompienga barrage	Barrage	Pama	Gourma
Nakambé	Bagré barrage	Barrage	Bagré	Boulgou
Nakambé	Lac Bam Kongoussi	Lac	Kongoussi	Bam
Mouhoun	Boromo (Le Mohoun à)	Cours d'eau	Boromo	Balé
Mouhoun	Barrage léry	Barrage	Gassan	Nayala
Mouhoun	Dapola (Le Mouhoub à)	Cours d'eau	Nako	Poni

Ce tableau ne présente que les points de suivi sur lesquels les analyses sont faites régulièrement. Comme nous l'avons signalé plus haut, Il existe d'autres points de suivi de la qualité dans le bassin de la Volta mais qui ne sont presque pas exploités. On dénombre Le cours d'eau Gouol à Korrikan (sec en saison sèche), le barrage de Douna, les cours d'eau Léréba (Yendéré), Tibou, Bassinko et leur contribution dans l'étude de la qualité des eaux sont considérée comme négligeable au vue de leur position par rapport aux sources de pollution.

En 2004, la campagne de mesure en hautes eaux dans le Nakambé¹⁵ a touché 56% des sites pour les eaux de surface. Les sites non mesurés sont dus à la détérioration des matériels de mesures. En basses eaux, on a enregistré un taux de mesure pour les eaux de surface (bassin de NaKambé), de 50% seulement (**D'après le document sur la Synthèse sur le suivi de s ressources en eau 2004**). Les raisons de cette chute de pourcentage sont les tarissements et les détériorations des installations de mesures.

En 2003, les campagnes de mesures en hautes et en basses eaux ont touché 03 sur 04 sites que compte le Mouhoun ; soit un taux de suivi de 75% pour les eaux de surface et 0% pour les eaux souterraines. Pour les 03 sites suivis, 06 échantillons ont été prélevés et analysés (3 échantillons en basses eaux et 03 en hautes eaux) (**D'après le document sur la Synthèse sur le suivi de s ressources en eau 2003**).

I.2.2.Le programme Ressources en Eau du Sud Ouest (RESO)

Dans le cadre du programme de Valorisation des Ressources en Eau du Sud-Ouest, RESO, un programme de suivi de la qualité de l'eau de la partie Sud-Ouest du Pays a été conçu par le Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques. Le réseau proposé par RESO comprend 12 sites d'eau de surface et 19 sites d'eau souterraine. Sur les 12 sites de suivi de la qualité de l'eau de surface, on dénombre 6 dans le bassin du Mouhoun. Il n'existe pas de site du programme RESO dans le Nakambé ; Le projet étant concentré dans la partie Sud-Ouest.

Les variables proposées comprennent des mesures de base sur le terrain, les ions les plus important, et certains polluants sélectionnés en fonction de la nature des industries de la région (Bobo-Dioulasso, Banfora). Actuellement, le réseau de suivi de la qualité de l'eau de ce programme ne fonctionne plus par manque de moyens et ce depuis 2004. Nous n'avons pas pu dans le cadre de ce rapport discuter avec les responsable de ce programme qui sont localisés à Bobo Dioulasso; Dans deuxième phase de cette étude, il sera envisagé de des descentes dans la partie Sud Ouest du pays pour toucher des doigts les réalités du terrains.

I.2.3. Le programme GIRE

Dans le cadre du programme GIRE, une étude de pollution a été faite en 20001 et visait à évaluer l'impact des pesticides et de l'utilisation d'engrais sur les eaux. Il convient de préciser ici que le Programme de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) a été initié par l'Etat Burkinabé (DGRE) avec l'appui de la coopération hollandaise et avait pour principal objectif de préparer un plan d'action qui devait fournir au pays les lignes directives pour la mise en place d'un programme GIRE. Le programme était structuré en cinq axes de travail à savoir les thèmes techniques, législatifs, économiques, ressources humaines et communication. Le thème technique "outil technique de gestion" (OTEG) concernait principalement la création de système d'aide à la décision tels que les réseaux de suivi et les modèles de gestion. L'étude sur l'"**impacts des engrais et des pesticides sur les ressources en eau au Burkina Faso**" s'insérait dans le cadre du réseau de la qualité des eaux. Au cours de cette étude, les pesticides et les substances nutritives ont été analysés pour évaluer l'impact provenant du secteur agricole. Des échantillons ont été prélevés sur neuf sites d'eau de surface et neuf sites d'eau souterraine, situés dans des endroits où une contamination par le secteur agricole était supposée. Pour ce qui est du bassin de la Volta au Burkina, les sites de prélèvements des eaux de surface dans le cadre de ce programme étaient :

Dans le Mouhoun : les eaux de drainage de Niassan, de Kou, le fleuve Mouhoun à Boromo et à Tiogo.

Dans le Nakambé : les retenues de Mogtédo et du lac Bam, les eaux de drainage de Bagré. Il y a donc y au total **7 sites** de prélèvement des eaux de surface dans le bassin de la Volta au Burkina pour évaluer l'impact des pesticides et des engrais. Selon l'approche de la consultante hollandaise qui avait mené ces études, ses sites sont assez représentatifs pour évaluer l'impact des intrants dans la zone d'étude. Les résultats de cette étude seront exploités dans la partie analyse des données prévues pour la seconde phase de l'étude.

Les échantillons ont été analysés par le laboratoire central de l'ONEA (pour les matières nutritives et les organochlorés), tandis que le laboratoire d'IWACO aux Pays Bas a fait les analyses pour d'autres groupes de pesticides (les organophosphorés et les organoazotés). La Conclusion générale de cette étude était qu'aucun impact n'était constaté sur l'eau de surface suite à l'utilisation des pesticides (à l'exception de deux zones très ponctuelles où une légère pollution a été détectée) tandis qu'un taux élevé de matières nutritives était constaté à certains des sites examinés. Cette étude a également inclus la proposition d'un programme de suivi futur permettant d'évaluer l'impact provenant de l'utilisation de pesticides et d'engrais. Mais à l'état actuel de suivi de la qualité des eaux, ces propositions ne sont toujours pas prises en compte faute d'attention apportée à la question. Le personnel du laboratoire de la DGRE nous a fait savoir qu'il n'a jamais eu le rapport de cette étude sept ans après sa réalisation. Et pourtant, c'est ce laboratoire qui est le principal responsable de suivi de la qualité des eaux et qui devait mettre en application les recommandations de cette étude. Il serait intéressant pour ce laboratoire d'intégrer les recommandations de cette étude dans son programme de suivi de la qualité. Un rapport de cette étude a été découvert au Laboratoire National d'Analyse des Eaux et une copie a été faite pour le projet Volta HYCOS.

I.2.4. L'ONEA

La rencontre avec la responsable du laboratoire central de l'ONEA nous a permis d'identifier les points de prélèvement des eaux de surface dans le bassin versant par l'ONEA. L'ONEA assure un suivi de la qualité sur les zones de prélèvement. **Ce sont essentiellement les barrages de Ziga, de Lombila, de Ouaga, de Sobdougou, et de Ytengua. L'ONEA prélève également à Kaya, à la source Nasso de Bobo Dioulasso.** Dans le Nakambé, l'ONEA a six points de prélèvements qu'il

suit et dans le Mouhoun, il en a trois. A l'échelle nationale, on peut signaler que l'ONEA a 12 sites d'eau de surface et 28 sites d'exploitation d'eau souterraine. Les variables standard sur la qualité des eaux portables sont analysés fréquemment. Chaque eau prélevée pour l'approvisionnement en eau des villes sont analysées et traitées systématiquement avant leur injection dans le réseau de distribution nous ont précisé le Responsable du Laboratoire Central de l'ONEA et le Directeur Régional du Centre de l'ONEA. Ces investigations couplées avec les analyses réalisées dans le cadre de notre formation nous permet d'affirmer que l'eau distribuée par l'office est de bonne qualité. La fréquence de suivi est de deux fois par an pour les pesticides (les organochlorés). L'ONEA à la différence de la DGRE a un effectif des personnels plus important pour le suivi de la qualité des eaux. Mais son réseau de suivi de la qualité ne couvre que les zones de prélèvement. Et par conséquent est moins représentatif pour l'étude de la qualité des eaux de surface. L'ONEA a une base des données plus fournie et plus renseigné pour la qualité des eaux. Elle a été conçue selon le responsable du Laboratoire Central de l'ONEA depuis 1990 et est renseigné presque tous les mois. Au cours de cette rencontre, le responsable de laboratoire Central de l'ONEA avait promis de nous fournir les données sur la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta. Mais au moment où nous rédigeons ce rapport, ces données ne nous sont pas encore transmises et nous espérons pouvoir rentrer en possession lors de la seconde phase de l'étude. Lesquelles données seront indispensables pour la mise en place d'une base des données sur la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta.

I.3. Les Laboratoires de suivi de la qualité

IL existe plusieurs laboratoires au Burkina Faso, mais peu d'entre eux font des analyses régulières pour un programme fixe de suivi de la qualité. Les deux laboratoires qui effectuent un nombre important d'analyses de la qualité de l'eau au Burkina Faso sont ceux de la DGIRH, et de l'ONEA. On peut cependant citer à côté de ces deux laboratoires le Laboratoire National d'analyse des eaux du ministère de l'environnement et du cadre de vie. Ce laboratoire bien qu'ayant une fiabilité tout aussi exceptionnelle ne présente beaucoup d'intérêts que dans l'analyse de eaux résiduelles des industries et de certains plan d'eau. Elle n'effectue pas d'analyse régulière sur le suivi de la qualité des eaux de surface. Bien d'autres laboratoires font des analyses ponctuelles sur la qualité des eaux. Ces sont des analyses réalisées généralement dans le cadre des projets ou de la recherche et non un suivi régulier de la qualité. Rentrant dans cette catégorie le laboratoire du 2iE (recherche, formation et projets), le Laboratoire National de Santé Public (surveillance de la qualité des eaux de consommation), de l'INERA et de l'Université de Ouagadougou. Le laboratoire du 2iE est aussi cité comme référence en matière d'analyse des eaux.

- **Le laboratoire de la DGRE.** Il est responsable du suivi et de l'évaluation de la qualité des ressources en eau du Burkina Faso. Les paramètres suivis peuvent être distingués en variables de terrain et en variable de laboratoire. Le tableau suivant présente les principaux variables suivis par ce laboratoire.

Tableau 17: Principaux paramètres suivis par le laboratoire de la DGRE

Variables du suivi de base	
Mesures sur le terrain	Mesures au laboratoire
Température, Oxygène dissous, Conductivité, PH, et Secchi depth.Turbidité	Coli. totaux, Coli. fécaux, Sulfates, Chlorure libre, chlorure, Nitrites, sodium, potassium, calcium, Magnésium, métaux lourds, NT, PT, NO3&NO2, NH4, SO4, Fe,Cu,Al, Cr, SiO2, Cl, PO4, MES, PAF

Il s'agit principalement de variables de base. Dans le cadre du programme GIRE, une évaluation des performances de ce laboratoire et une validation des données de la qualité de l'eau ont été menées. Ceci a permis de centraliser les données sur la qualité des eaux sur une base de données. Les résultats de cette étude sur l'optimisation du réseau de la qualité des eaux des ont mis en évidence que la fréquence de l'échantillonnage est faible et aléatoire, le choix des paramètres n'est pas optimal, le traitement des échantillons n'est pas correct, le calibrage des instruments d'analyse n'est pas régulièrement fait, et il y a pas d'assurance qualité. Pour pallier à ce problème, l'Etat burkinabé est entrain de construire un nouveau laboratoire plus performant et plus vaste pour le suivi de la qualité des eaux.

La norme utilisée par ce laboratoire est la norme OMS version 2004 qui établit les directives de qualité pour l'eau de boisson. En réalité, ces directives sont utilisées par les pays développés et en développement du monde entier comme base pour l'élaboration de réglementation et des normes destinées à garantir la salubrité de l'eau de boisson. Pour l'instant la DGRE **ne dispose pas de protocole d'analyse et d'échantillonnage écrit**. L'échantillonnage et les analyses se font encore selon les techniciens. Ce qui traduit un manque de fiabilité de résultats d'analyse de cette institution. Ceci justifie pourquoi l'essentiel des analyses des projets (projet PAGEV) se font de préférence plutôt au laboratoire central de l'ONEA. Le responsable actuel du laboratoire a regretté cette situation et nous a fait savoir qu'il était entrain de rédiger ces procédures d'analyse et d'échantillonnage; Lesquelles procédures devront être validées et utilisées dans les années à venir pour le suivi de la qualité. Le laboratoire dispose aussi d'assez d'équipements d'analyse mais bien d'autres restent encore inexploitable par manque d'espace! Pendant la visite de ce laboratoire, le responsable du laboratoire nous a montré des nouveaux matériels (spectrophotomètres UV, chromatographe ionique) offerte par l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA) mais qui sont restés non installés!

➤ **Le laboratoire de l'ONEA.**

Ce laboratoire est responsable du contrôle de la qualité de l'eau potable. C'est le laboratoire de référence en matière d'analyse de la qualité des eaux au Burkina en ce sens que qu'il est le plus équipé et le plus moderne. Le laboratoire central de l'ONEA se subdivise en quatre laboratoires distincts :

-le laboratoire des paramètres physico-chimiques analyse les principaux paramètres physiques et chimiques de l'eau (T° , pH, conductivité, oxygène dissout ect...) et les ions majeurs (calcium, magnésium, potassium, sodium, bicarbonate, sulfate, nitrate, nitrites, ect...)

-le laboratoire de chimie organique qui étudie entre autres les hydrocarbures totaux, le chlore résiduel, le trialométhane, les organochlorés, les pyrétrochloronoides de synthèse, la trialométhane, les organochlorés, ect;

-le laboratoire de microbiologie analyse la charge bactérienne des eaux, les microorganismes, les coliformes totaux et fécaux, les germes totaux ect;

- le laboratoire de chimie des métaux lourds s'intéresse des métaux lourds comme le Zn, le Cu, le Mn, le Pb, le Ni, le Cd ect...

- enfin, la section des effluents industriels est celle qui, en collaboration avec le laboratoire de l'Eau, contrôle la qualité des eaux industrielles. Le service offert par le laboratoire central de l'ONEA comprend des analyses de 46 différents variables générale et des analyses des pesticides et des métaux lourds comme nous l'avons décrits ci-dessus. En plus, le laboratoire central de l'ONEA gère six laboratoires régionaux et laboratoires satellites situés dans plusieurs grands centres.

En général, l'équipement utilisé par les laboratoires de l'ONEA suffit pour faire des évaluations de la qualité de l'eau. Cependant, pour l'évaluation de l'eutrophisation, et des certains pesticides par exemple, l'acquisition des nouveaux matériel est nécessaire.

Selon le responsable du laboratoire Central de l'ONEA, la norme utilisée pour l'analyse des eaux de distribution est inspirée des normes françaises AFNOR. L'ONEA dispose d'un protocole d'échantillonnage et d'analyse des données. Mais le responsable du laboratoire s'est interdit de nous transmettre ces protocoles. Il a tout de même accepté de nous faire parvenir les résultats d'analyse des eaux de surface du bassin de la Volta. Pour le moment, les laboratoires de l'ONEA ne sont pas encore certifiés. Le responsable du laboratoire central de l'ONEA opte selon lui, pour une certification sous régionale des laboratoires par exemple dans l'espace UEMOA. Il nous a signifié que l'ONEA était entrain de mettre en place son système de management de la qualité (SMQ) et que le laboratoire sera pris en compte dans cette certification globale des services et des biens de l'Office. Mais, même si l'ONEA arrivait à mettre en place son système qualité, ceci ne suffit pas pour le laboratoire tant il est vrai que le laboratoire ne souffre pas pour l'instant d'une insuffisance réelle à en croire la consultante hollandaise qui a travaillé sur les pesticides et les engrais au Burkina.

➤ **Le Laboratoire National d'Analyse des Eaux (LNAE).**

Le responsable du Laboratoire National d'Analyse des Eaux nous a entretenu sur les activités menées par son laboratoire en matière de protection de l'environnement. Le tableaux suivants présente la qualité des eaux de la SN CITEC à l'issu d'une pollution constaté.

Tableau 18: Qualité des rejets de la SN CITEC

Date de prélèvement		26/04/2005	05/05/2005	25/06/2005	25/06/2005	Normes de déversement des eaux usées dans les eaux de surface
Point de prélèvement		Sortie station de traitement	Sortie station de traitement	Sortie station de traitement	Sortie amont usine	
Paramètres	Unités					
DCO	mg/l O ₂	18 480	1627	576	503	150
pH	Unité pH	11,10	5,2	4,6	11,7	6,4 – 10,5

Le pH, en plus d'être soit trop acide (5,2) trop basique (11) est fortement tamponné. Un effluent d'une telle caractéristique demande un effluent d'une un volume d'eau très important pour la neutralisation.

Le LNAE dépend ministère de l'Environnement et du cadre de vie (MECV). Il a pour mission essentielle d'apporter un appui aux collectivités locales et aux industriels dans la gestion des eaux usées industrielles. Ce laboratoire est aussi chargé de conduire de recherches appliquées en matière de gestion des eaux usées industrielles, et domestiques, et au renforcement des capacités des agents du MECV, des Municipalités, et l'administration publique et du secteur privés. Plusieurs de ces paramètres sont dosés rapidement après le prélèvement (*in situ*). Son personnel technique est constitué d'un Ingénieur d'Etat en Chimie Industrielle, de deux Techniciens Supérieurs, et d'un Coopérant Ingénieur Industriel.

Le Laboratoire National d'Analyse des Eaux dispose d'un Système Qualité mise en place. Les procédures d'analyse et d'échantillonnage sont écrit et valider. Selon le responsable de ce

laboratoire, tous les matériels sont régulièrement audités par un groupe d'expert belges. La technologie utilisée ici pour l'analyse des données est très poussée. En fait, à l'échelle internationale, le laboratoire coopère avec beaucoup d'institutions comme l'Université de Liège, le Centre d'étude et de documentation de l'Eau. Ce qui fait dire que ce laboratoire est une véritable référence en la matière dans la sous région.

- **Enfin, on peut citer le Laboratoire National de Santé Public** qui a pour vocation d'être le laboratoire de référence de l'Etat Burkinabé en matière de santé public. Il est suréquipé par rapport à son personnel. **(D'après le rapport SNI Eau, 2004).**

II. FORCES ET FAIBLESSES DU RESEAU DE SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE AU BURKINA FASO

II.1. FORCES

- le Burkina est le seul pays du bassin de la Volta qui a pu centraliser les données sur la qualité des eaux de surface depuis 1982. Les autres pays comme le Ghana, le Mali, le Togo, le Bénin, la côte d'Ivoire n'ont pas des données sur la qualité centralisées
- le Burkina a, dans le cadre du programme GIRE, instauré un réseau pilote sur le suivi de la qualité de eaux dans le bassin du Nakambé. Ce réseau peut servir de base pour la redéfinition d'un réseau national de suivi de la qualité de l'eau ;
- le suivi de la qualité de l'eau par la DGIRE bénéficie de l'existence d'un réseau secondaire de l'ONEA;
- il existe un protocole d'échange des données entre la DGIRE et l'ONEA; les deux institutions appartenant à un même ministère; Même si cet échange reste encore timide selon des remarques faites lors de nos entretiens.
- le Burkina a une idée précise sur l'impact des activités agricoles sur la qualité des eaux de surface et souterraine avec les résultats de l'étude menée en ce sens dans le cadre du programme GIRE par une consultante étrangère;

II.2.FAIBLESSES

- la DGIRE dispose de très peu de ressources humaines en matière de suivi de la qualité de l'eau (2 agents). Par manque de moyens, son laboratoire peut être considéré comme presque non fonctionnel pour un certain nombre de paramètre à analyser en particuliers les pesticides organochlorés et les organophosphorés qui regroupent un grand nombre de pesticides;
- Pour l'instant, l'ONEA est producteur d'eau potable et contrôleur de sa qualité. On peut dire que son laboratoire joue actuellement le rôle de juge et partie en matière de suivi de la qualité de l'eau potable. Cette situation devra être revue d'une façon ou d'une autre;
- Les principaux laboratoires de suivi de la qualité des eaux de surface ne sont pas certifiés.
- la base des données sur la qualité des eaux qui est supposée renseigner sur l'état actuel de la qualité des eaux au Burkina n'est pas suffisamment renseignée. Et le responsable actuel du laboratoire de la DGRE remet même en cause beaucoup des données renseignées dans cette base. Leurs fiabilités pour lui n'est pas certaines. La base des données ne comporte pas encore les résultats des analyses de 2004 à 2007. Ce qui nous fait dire qu'à le GDRE, les données ne sont pas suffisamment centralisées (deux sources des données); Un autre problème est que les concepteurs de la base ne travaillent pas dans les mêmes locaux où se trouve le laboratoire. Il nous a été vraiment très difficile d'avoir des explications sur le fonctionnement de la base des données; les responsable actuel ne maîtrise pas l'exploitation de la base des données;

- les résultats de plusieurs études initiées par la GDRE (étude sur l'optimisation des réseaux de suivi de la qualité, le SNIEau, le programme GIRE...) ne sont pas exploités par l'institution; Par exemple, le responsable du laboratoire de la DGRE dit n'avoir pas pris connaissance des résultats des études sur l'impact des engrais et des pesticides sur la qualité des eaux et ceux. Et pourtant, cette étude a été initiée par la DGRE. C'est au niveau de LNAE qu'une copie de cette étude a été découverte et pourtant ce laboratoire n'a pas pour vocation principale le suivi de la qualité des eaux.
- le Burkina ne dispose pas des normes spécifiques sur la qualité des eaux qui devait pourtant tenir compte des réalités du pays;
- le réseau de suivi de la qualité des eaux est encore peu représentatif pour avoir une idée précise sur la qualité des eaux. Il serait opportun de prendre en compte les sites proposés par le SNIEau qui comporte les sites de tendance et de pollution;
- Selon le responsable du laboratoire de la DGRE, le budget alloué au suivi de la qualité des eaux est encore très faible; la question de la qualité est encore très peu préoccupante au Burkina;
- les recommandations des études réalisées dans le cadre du programme GIRE ne sont pas toujours prises en compte au niveau de la DGRE. Par exemple, il n'y a pas une collecte permanente de nouvelles informations sur l'utilisation des pesticides et des engrais au Burkina; Les trois groupes des pesticides (organochlorés, les organophosphorés, et les organoazotés ne sont pas analysés par les différents laboratoires de suivi. Ainsi, la qualité de l'eau peut être altérée par cette catégorie des polluants sans que l'on ne s'en rende pas compte;
- le partage de l'information est encore difficile entre les institutions de suivi des qualités et entre ces institutions et les usagers.
- Selon les études du programme GIRE, le laboratoire de l'ONEA ne dispose pas encore de maîtrise d'analyse des paramètres d'engrais; il importe pour le laboratoire d'investir dans le matériel et la formation pour pouvoir utiliser des nouvelles mesures développées;
- le fonctionnement d'un réseau de suivi de la qualité des eaux naturelles et des sites de pollution coûte cher (tournées d'échantillonnage, analyses chimiques). La maintenance équipements est presque nulle.

III. PROPOSITIONS POUR UN MEILLEUR SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE DU BASSIN DE LA VOLTA AU BURKINA AU BURKINA FASO

Après avoir présenter les forces et faiblesses des réseaux de suivi du bassin de la qualité des eaux de la zone d'étude, il est question à ce niveau de faire des propositions pour un meilleur suivi de la qualité. Ces propositions intègrent celles qui ont été faites par le Système Nationale d'Information sur l'Eau en 2004 et qui n'ont pas encore été prises en compte aujourd'hui. Ces propositions ont pour but de vérifier et d'évaluer l'ampleur des problèmes attendu au niveau de la qualité des eaux. Il s'agit principalement des propositions techniques; Les propositions organisationnelles étant t déjà identifiés dans la partie forces et faiblesses.

III.1. PROPOSITIONS SUR LES TYPES SITE DE SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX DE SURFACE.

Il est proposé que différentes catégories de types de site soient introduit dans la zone d'étude. Ces sites seront situés soit de manières à produire des informations sur les conditions naturelles de l'eau (état zéro de la qualité de l'eau) et soit en zones à des problèmes de pollution attendues ou potentiels. Ceci permettra d'acquérir les informations sur la qualité de eaux naturelles, ce qui servirait de base de comparaison pour les observations faites dans des zones potentiellement touchées par la pollution comme le canal BRAKINA à Bobo Dioulasso.

En fait pour établir les conditions naturelles de la qualité de l'eau, il est nécessaire d'avoir des sites situés en amont des cours d'eau dans les zones préservées et aux sources des lacs et des aquifères comme la source Nasso à Bobo tandis que les sites représentant les problèmes potentiels et supposés

doivent être situés sur les principaux cours d'eau. Nous proposons aussi le suivi de l'eutrophisation et des pesticides au niveau de ces sites. Pour les sites des pollutions, il est recommandé que les sédiments soient utilisés comme matériel d'échantillonnage étant entendu que les pesticides et les métaux lourds s'accablent dans ce matériel

Les sites de suivi de la qualité de l'eau la qualité des eaux doivent être disposés dans la mesure du possible au même endroit que les sites que les stations hydrométrique, les conditions physico-chimiques des cours d'eau étant étroitement liés à leurs débits. Une telle approche permettra aussi de calculer le transport d'un agent de contaminations donné et d'élaborer une balance de masse pour le système d'eau concerné. Ceci permettra aussi une économie sur le suivi des ressources en eau en général (débit des cours d'eau, qualité des eaux et suivi des ouvrages). Il est également recommandé que ces sites soient suivis soient localisés de manière à informer sur des problèmes des transferts de pollution à l'échelle internationale et en aval des périmètre irrigués où des problème de pollution agricoles sont suspectés.

Les types de sites et leurs caractéristiques d'échantillonnage sont présentés dans le tableau 22.

Tableau 19: Types de site de suivi de la qualité de l'eau de surface et caractéristiques d'échantillonnage

Sites	Ruisseaux/Fleuve	Lacs/Réservoirs	Sédiments
Sites de base	+	+	-
Sites de tendance	+	+	-
Sites de pollution	+	+	+

Les sites de tendance servent à évaluer les changements à long terme de la qualité de l'eau.

II.2. PARAMETRE A SUIVRE

Les paramètres proposés pour le suivi de la qualité de l'eau sont sélectionnés en tenant comptes des problèmes actuels et futurs de la pollution. Une vaste gamme de paramètres à suivre doit être suivi dans un premier temps puisque la qualité de l'eau est encore mal connue au Burkina comme dans beaucoup des pays du bassin de la Volta. Ces analyses pourront permettre une évaluation générale de la qualité de l'eau et fournir des informations pour l'élaboration d'un programme de suivi de la qualité comme. Un ajustement de ces paramètres sera être fait au fur et à mesure fait u fur et à mesure les principales polluants seront détectés. Le résultat sera un programme de suivi plus ciblé des situations réelles et plus économiques. Etant entendu que les propositions faites dans le cadre de cette étude prennent en compte le suivi de la qualité de l'ONEA, les paramètres proposés ne sont que ceux que nous avons jugés important pour l'établissement de la qualité des eaux de surface. Ces paramètres permettront de suivre le développement et l'impact provenant des sources diffuses et ponctuelles.

Il est important de souligner que la précision de l'équipement utilisé par les laboratoires satellites (HACH) de l'ONEA n'est pas adéquate pour évaluer tous les aspects de la qualité de l'eau de surface. Les méthodes de HACH suffisent pour évaluer la qualité de l'eau potable et de l'eau usée, tandis que les analyses destinées à l'évaluation de la qualité de l'eau de surface demandent une précision et des limites de détection très élevées des analyses. La limite de détection des substances nutritives importantes est dans l'ordre de grandeur de 1mg/l en utilisant la méthode HACCH. L'évaluation de la qualité de l'eau de surface demande une précision de quelques microgrammes seulement en ce qui concerne les substances nutritives;

Contribution à l'étude de la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta au Burkina Faso: Diagnostic, suivi de la qualité et états des lieux des sources de pollution

Tableau 20: Variable proposés pour le suivi de base de la qualité de l'eau

(D'après le SNIEau, 2004)

Variables de suivi de base	
Mesure sur le terrain	Mesure au laboratoire
Température, oxygène dissous, Conductivité pH, et secchi depth	Coli totaux, Coli.fecaux, sulfates, Chlorure libre, Chlorures, Nitrates, Sodium, Potassium, Calcium, Magnésium, Température, oxygène dissous, Conductivité pH, et secchi depth

Tableau 21: Variables proposés pour le suivi des tendances de la pollution de l'eau

(D'après le SNIEau, 2004)

Variable du suivi des tendances	
Mésure sur le terrain	Mésure au laboratoire
Température, oxygène dissous, Conductivité pH, et secchi depth	Température, oxygène dissous, Conductivité pH, et secchi depth

Jusqu'à présent, l'impact sur la qualité de l'eau des surface des substances telles que les produits pétroliers, les composés chlorés, les métaux lourds, etc. est encore mal connu dans le bassin de la Volta au Burkina. L'analyse des sédiments ou des bio indicateurs, qui accumulent la pollution et donc des indicateurs pertinents d'une pollution légère mais durable n'est pas encore faite. Même le programme GIRE n'avait pas intégré ces analyses.

Selon le **SNIEau (2004)**, le suivi de la pollution pourrait être renforcé par l'introduction des méthodes d'analyse multidépistage GC-MS et ICP-MS. En effet, un multidépistage GS-MS comprend des mesures de 115 composés différents de pesticides, de composés chlorés, et d'autres substances toxiques tandis qu'un dépistage qualitatifs ICP-MS comprend des analyses de la concentration générale de 40 composés élémentaires tels que l' As, le Cd, le Cr, le Cu, le Ni, le Pb, le zinc, etc. Etant donné que les polluants s'acculent normalement dans les sédiments, les niveaux de concentration dans la phase aqueuse seront faibles comparés aux niveaux observés dans les sédiments. Quand l'eau est utilisée comme matière d'échantillonnage, certains polluants spécifiques risquent de ne pas être présents lors de l'échantillonnage, bien qu'ils se trouvent en des concentrations très élevées à d'autres périodes. C'est pourquoi il est recommandé d'utiliser les sédiments entant que matière d'échantillonnage.

Tableau 22: Variables recommandés pour l'évaluation de l'impact des industries, des eaux usées, urbaines et de l'agriculture

(D'après le SNIEau, 2004)

Mesures de Laboratoire
Poids à sec, Mulidépistage GC-MS et ICP-MS

CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

Notre travail portait sur l'étude de la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta au Burkina Faso par un diagnostic des sources de pollution et sur l'analyse du système de suivi de la qualité de ces ressources. A l'état actuel de l'étude, on ne peut pas conclure sur la qualité exacte des ressources en eau de surface du bassin de la Volta; l'étude de la pollution s'étant focalisée essentiellement sur leurs sources. La deuxième phase de l'étude permettra d'étudier cette qualité. Cette étude pose les bases préalables pour l'évaluation objective de la qualité des eaux de surface du bassin de la Volta. Elle a permis d'établir un état des lieux des principales sources de pollution et d'analyser le système de suivi de la qualité des eaux de surface. Il ressort que les principales sources de pollution de la zone sont localisées:

-au niveau des unités industrielles de Bobo Dioulasso, et de Ouagadougou. Les rejets d'eaux résiduelles sont estimés à 1 327 m³/J à Bobo Dioulasso. Plusieurs industries ne disposent pas de stations de traitement des déchets liquides. Certaines d'entre elles ont un système classique non adapté et un rendement de traitement faible voire nul. Celles qui ne disposent pas de système de traitement déversent directement dans la nature. À la zone industrielle de Bobo Dioulasso, l'essentiel des eaux usées industrielles est déversée dans le canal dit BRAKINA et est drainée par le Bingbé. Les principales unités industrielles productrices de déchets sont: La SN-CITEX (avec ses eaux chargées en soudes, graisses, savons), la BRAKINA (qui déverse les produits chlorés et les triaméthanes), l'Hôpital Sanon Sourou (dont les eaux usées ont une charge organique et bactériologique importante), la CBTM à la zone industrielle de Bobo Dioulasso et l'ABATOIRE FRIGORIFIQUE de Ouagadougou, TAN-ALIZ, l'hôpital YALGADO OUEDRAGO, et la BRAKINA à Ouagadougou etc. La surveillance des rejets industriels au Burkina Faso est encore à une étape embryonnaire.

- **au niveau des sites miniers.** Dans la mine d'or, c'est l'extraction de l'or par la gravimétrie, l'amalgamation, la flottation et la lixiviation au cyanure qui présente des risques de pollution pour les ressources en eaux. On peut citer principalement l'ex site de Poura dans le Mounhoun et celles de Kaya dans le Nakambé.
- **au niveau des périmètres irrigués.** Ce sont: la Vallée du Kou, la plaine aménagée de Banzon, la vallée du Sourou, le périmètre rizicole de Niassan, le lac Bam, le périmètre irrigué de Bagré, et de Mogtédou. La vallée de Kou est particulièrement indexée pour sa concentration élevée de l'alpha-endosulfane. Les eaux issues du périmètre irrigué de Bagré sont soupçonnées de polluer les eaux du lac Volta au Ghana.
- **au niveau des régions cotonnières.** Elles se trouvent à Houndé, à Peni, à Danou, Salenzo, Ziga, et BOROMO. Ces régions utilisent énormes des intrants agricoles. A Salenzo par exemple, deux pesticides organochlorés ont été détectés: le lindane et l'isobenzène avec des concentrations respectives de 0,39 et de 0,084. Les nitrates, nitrites et phosphate déversées sont sources de l'eutrophisation des plans d'eau.
- **et la pollution d'origine urbaine**

En ce qui concerne le suivi de la qualité des eaux de surface au niveau de la zone d'étude, on peut noter que dire que le réseau de suivi est encore peu représentatif pour donner une idée précise sur la qualité des eaux. Le réseau actuel de suivi de la qualité est principalement constitué par celui de la DGRE et de l'ONEA. Le projet RESO a défini aussi un programme de suivi de la qualité dans la partie Sud Ouest du pays. Mais ce réseau ne fonctionne plus actuellement par manque de Moyens.

Un réseau de suivi a été établi en 2001 pour étudier l'impact des engrais et des pesticides sur les eaux de surface. On peut noter que le Laboratoire National d'Analyse des Eaux réalisent aussi des analyses ponctuelles de la qualité des eaux de surface.

Le réseau de suivi de la qualité des eaux de surface de la DGRE est constitué de neuf sites dans le Nakambé et de trois dans le Mouhoun. Ce réseau représente les 62,5% du réseau de suivi national de l'institution. Le taux de suivi au cours des cinq dernières années est inférieur à 50%. Ces sites de suivis sont: les barrages 2 et 3 de Ouagadougou, le barrage de Bagré, le barrage de Goiré, de Lombila, de Kompièga, le Lac Bam, les cours d'eau de Nakambé (à Wayen), le Nazigon (à Nombéré) dans le Nakambé et les sites de Mouhoun (à Boromo), le barrage de Lery, le Mouhoun à Dapola dans le bassin du Mouhoun. Le laboratoire de la DGRE ne dispose pas à ce jour d'un protocole écrit d'échantillonnage et d'analyse. En outre, ce laboratoire n'est pas certifié. Ce qui ne permet pas d'avoir une fiabilité des analyses de ce laboratoire. En plus, les variables suivis concernent essentiellement la qualité de l'eau potable (D'après le SNIEau (2004) . la fréquence d'échantillonnage est faible et aléatoire, le choix des paramètres n'est pas optimal, le traitement des échantillons n'est pas correct, le calibrage des instruments d'analyse n'est pas régulière .Seule les analyses de l'ONEA pourront permettre d'avoir une idée précise de la qualité des eaux.

Au terme de cette étude, il est recommandé:

- 1- La surveillance systématique des rejets industriels par la redynamisation de la police de l'environnement au niveau du Ministère de l'Environnement et du cadre de vie;
- 2- Une surveillance régulière de eaux sortant des périmètres irrigués et des intrants agricoles par le ministère en charge de l'agriculture;
- 3- L'élaboration et la validation d'un protocole d'échantillonnage et d'analyse pour le laboratoire de la DGRE afin de crédibiliser les résultats d'analyse de ce laboratoire;
- 4- La certification du laboratoire de la DGRE et de l'ONEA; et le renforcement des protocoles d'échange des données entre les deux laboratoires;
- 5- L'introduction de l'analyse des sédiments pour la prise en compte des certains pesticides, les produits pétroliers, le métaux lourds, et les composés chlorés qui s'y accumules.
- 6- D'augmenter le personnel du laboratoire de la DGRE pour permettre un meilleur suivi de la qualité
- 7- La prise en compte des propositions des études du programme GIRE et SNIEau

BIBLIOGRAPHIE

- (1) Bart J.M. Goes (**Juillet 2005**), Ouagadougou), Pre-water audit for the Volta River Basin, West Africa;
- (2) Système d'observation du cycle hydrologique, document du projet
- (3) ORSTOM, **1977**;
- (4) Préliminary Transboundary Diagnostic Analysis;
- (5) Inventaire des barrages et Retenue d'eau au Burkina Faso-Bilan d'eau;
- (6) Jacques GRELOT (**Septembre 1999**) Evaluation environnementale du Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du Sud Ouest (SDAGRESO), Rapport final;
- (7) Mahel G (**1983**)
- (8) Etat des lieux des ressources en eau au Burkina Faso et leur cadre de gestion, version finale, Mai 2001;
- (9) Volta Basin Authority, Rapport d'Etape Septembre 2006 à Septembre 2007
- (10) Enquête sur l'habitat et l'assainissement autonome à Bobo Dioulasso (1993)
- (11) Paula van Meelnen et Royal Haskoning (**2001**), L'impact des engrais et des pesticides sur les ressources en eau au Burkina Faso, Version finale,
- (12) Malick Chech (**2005**), Gestion Intégrée des Ressources en eau de la vallée du Kou: Profil de la pollution des eaux en rapport avec les usages
- (13) Sawadogo Sosthène (**2002**), Campagne de caractérisation des ordures ménagères de la ville de Bobo Dioulasso
- (14) Plan de conception et de mise en œuvre du système National D'Information sur l'Eau (SNIEau)-Version finale
- (15) Synthèse du suivi des ressources en eau **2004**

Sites internet

- (16) [www. Eauburkina . bf](http://www.Eauburkina.bf)
- (17) www. Primature .gov

ANNEXE

Normes des eaux destinées à la consommation humaine

Comparaison entre les normes OMS, CEE 1980, CEE 1998, France