UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Etude de l'impact des activités anthropogéniques sur la qualité des eaux de la rivière Mugere : cas de l'abatoir Ruziba et deux usines artisanales d'extraction d'huile de palme

Bucumi, Phocas; Sous la direction du : Dr Steve De Cliff

2013-12
UB, FS
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2273

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE CHIMIE

ETUDE DE L'IMPACT DES ACTIVITES ANTHROPOGENIQUES SUR LA QUALITE DES EAUX DE LA RIVIERE MUGERE : CAS DE L'ABATTOIR RUZIBA ET DEUX USINES ARTISANALES D'EXTRACTION D'HUILE DE PALME

Par

Phocas MACUMI

Sous la direction du :

Dr Steve DE CLIFF

Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de **Licencié en Sciences Chimiques**

Bujumbura, Décembre 2013

DEDICACES

A mes chers parents ;

A mes frères et sœurs ;

A tous ceux qui me sont chers ;

Je dédie ce mémoire.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes sentiments de reconnaissance à toutes les personnes, qui, de près ou de loin ont contribué à sa réalisation.

J'adresse en premier lieu mes sincères remerciements au Professeur Steve DE CLIFF qui, malgré ses multiples obligations, a accepté d'assurer la direction de ce mémoire. Ses remarques et conseils m'ont été d'une grande utilité.

Je suis encore reconnaissant envers tous les éducateurs depuis l'école primaire jusqu'à l'Université et plus particulièrement aux professeurs de la faculté des Sciences, département de chimie, pour la formation morale et intellectuelle qu'ils m'ont donnée.

A la direction et au personnel de l'ISABU, je dis sincèrement merci pour m'avoir accueilli dans leur laboratoire et pour leur collaboration. Je remercie également tous mes amis qui ont agrémenté mon séjour à Bujumbura pendant mon travail.

Que les familles NKINARUDOBEYE Patrice et Col. MBERAMIHIGO Emmanuel trouvent ici dans ce travail le fruit de leurs efforts.

En fin que mes chers parents, qui ont choisi pour moi le chemin de l'école, trouvent également dans ce mémoire le fruit de leurs efforts.

MACUMI Phocas

SIGLES ET ABREVIATIONS

°C	: Degré Celsius
µS/cm	: micro siemens par centimètre
DCO	: Demande Chimique en Oxygène.
DT	: Dureté Totale.
ISABU	: Institut des Sciences Agronomiques au Burundi.
méq/l	: milliéquivalent par litre
MES	: Matières en suspension
mg/l	: milligramme par litre
OD	: Oxygène Dissous
pH	: Potentiel d'Hydrogène
RN3	: Route Nationale N° 3
S_1	: Site d'échantillonnage n°1
S_2	: Site d'échantillonnage n°2
TAC	: Titre Alcalimétrique Complet.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1 : Valeurs des paramètres mesurés sur les eaux de la rivière Mugere.....29

LISTE DES FIGURES

Figure n°1 : Localisation du lieu d'échantillonnage 16

Figure n°2 : Variation de la température en fonction du site et de la date d'échantillonnage.....30

Figure n°3 : Variation du pH en fonction du site et de la date d'échantillonnage.....31

Figure n° 4: Variation de la conductivité électrique en fonction du site et de la date d'échantillonnage 31

Figure n°5 : Variation du titre alcalimétrique complet en fonction du site et de la date d'échantillonnage.....32

Figure n°6 : Variation de la dureté totale en fonction du site et de la date d'échantillonnage.....33

Figure n°7 : Variation des matières en suspension en fonction du site et de la date d'échantillonnage 33

Figure n°8: Variation de l'Oxygène dissous en fonction du site et de la date d'échantillonnage.....34

Figure n° 9: Variation de la demande chimique en Oxygène (DCO) en fonction du site et de la date d'échantillonnage 35

Figure n°10 : Variation de l'Oxydabilité au KM_nO_4 en fonction du site et de la date d'échantillonnage 35

Figure n°11 : Variation de l'Ammonium en fonction du site et de la date d'échantillonnage 36

Figure n°12 : Variation des nitrates en fonction du site et de la date d'échantillonnage 37

Figure n°13 : Variation des phosphates en fonction du site et de la date d'échantillonnage 38

RESUME

Dans notre travail, nous avons étudié l'impact des activités anthropogéniques sur la qualité de l'eau de la rivière Mugere. Nous avons choisi deux sites d'échantillonnage : S_1 en amont du lieu où se pratiquent ces activités et S_2 en aval du lieu.

Pour les deux sites choisis (S_1 et S_2) les valeurs des différents paramètres étudiés tels que la température, le pH, la conductivité, le titre alcalimétrique complet (TAC), la dureté totale, l'Oxygène dissous, les matières en suspension, l'Azote ammoniacal (NH_4^+), les NO_3^-, les PO_4^{3-}, la demande chimique en Oxygène (DCO) et l'oxydabilité au $KMnO_4$ sont presque identiques. Mais certains paramètres présentent de petits écarts. Il s'agit notamment de l'oxygène dissous, des matières en suspension, de la DCO et de l'oxydabilité au $KMnO_4$. Les valeurs de ces paramètres ont augmenté au site n°2 par rapport au site n°1. Cela nous a permis de dire que les activités anthropogéniques pratiquées à cet endroit affectent faiblement l'eau de la rivière.

Après analyse des résultats obtenus et selon les différentes classifications de l'eau, j'ai conclu que l'abattoir de Ruziba et les deux usines d'extraction d'huile n'exercent pas une influence significative sur la qualité de l'eau de la rivière Mugere. Les valeurs trouvées se trouvent dans les marges acceptables.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS i
SIGLES ET ABREVIATIONS ii
LISTE DES TABLEAUX iii
LISTE DES FIGURES iii
RESUME v
TABLE DES MATIERES vi
INTRODUCTION GENERALE 1
1. Importance de l'eau 2
2. Hypothèse du travail. 3
3. Intérêt du sujet. 3
4. Délimitation du travail 4
CHAP I: NOTION DE POLLUTION DE L'EAU ET LES PARAMETRES PYSICO-CHIMIQUES MESURES 5
I. Quelques définitions de la pollution 5
I.2. Types de pollution de l'eau 6
I.2.1. Pollution physique 6
I.2.2.Pollution biologique 6
I.2.3. Pollution chimique 7
I.3. Les paramètres physico-chimiques mesurés 8
I.3.1. La température 8
I.3.2. Le pH 8
I.3.3. La conductivité (RODIER 2005) 9
I.3.4. La dureté totale 9
I.3.5. L'alcalinité : TAC 10
I.3.6. L'oxygène dissous 10
I.3.7. L'Azote ammoniacal 10

I.3.8. Les nitrates 11
I.3.9. Les Phosphates 12
I.3.10. Les matières en suspension 12
I.3.11. La demande chimique en oxygène (DCO) 13
I.3.12. Oxydabilité au $KMnO_4$ 14
CHAP II : ECHANTILLONNAGE ET DESCRIPTION DES METHODES EXPERIMENTALES 15
II.1.Echantillonnage 15
II.1.1. Description du lieu d'échantillonnage 15
II.1.2. Prélèvement des échantillons 16
II.1.3. Prétraitement et conservation des échantillons 17
II.2. Description des méthodes expérimentales 17
II.2.1. Détermination de la température 17
II.2.2.Détermination de la conductivité électrique 17
II.2.3.Détermination des matières en suspension 17
II.2.4. Détermination de la dureté totale 19
II.2.5. Détermination du titre alcalimétrique complet(TAC) 21
II.2.6. Dosage de l'oxygène dissous 22
II.2.7.Dosage des ions Ammonium (NH_4^+) 23
II.2.8. Dosage des ions nitrates (NO_3^-) 24
II.2.9. Dosage des ions phosphates (RODIER, 1984) 25
II.2.10. Détermination de la demande chimique en oxygène(DCO) 26
II.2.11.Oxydabilité au KM_nO_4(RODIER, 1984) 28
CHAP III : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS 29
III.1.Présentation des résultats 29
III.2. Discussion des résultats 30
III.2.1. La température 30
III.2.2. Le pH 31
III.2.3. La conductivité électrique 31

III.2.4. Le titre alcalimétrique complet (TAC) 32
III.2.5. La dureté totale 33
III.2.6. Matières en suspension 33
III.2.7. L'Oxygène dissous 34
III.2.8. Demande chimique en Oxygène (DCO) 35
III.2.9. Oxydabilité au KM_nO_4 35
III.2.10. L'ammonium (NH_4^+) 36
III.2.11. Les nitrates NO_3^- 37
III.2.12. Les phosphates 38
III.3.Conclusion générale et recommandations 39
III.3.1. Conclusion générale 39
III.3.2. Recommandations 40
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 41
Annexes 43

INTRODUCTION GENERALE

L'eau étant une ressource fondamentale pour les activités humaines, sa qualité devrait être élevée car, pratiquement, plus la qualité de l'eau diminue, plus il est nécessaire de procéder à des contrôles fréquents, étant donné que la qualité de l'eau est directement fonction de la quantité des polluants qu'elle contient.

A nos jours, l'eau potable, propre et non polluée devient de plus en plus rare. En effet, il se remarque aujourd'hui une démographie croissante qui s'accompagne du développement des activités industrielles, artisanales ou de l'exploitation des ressources naturelles. De cela résulte de nombreux polluants qui sont rejetés directement ou indirectement dans l'atmosphère, dans le sol ou dans les cours d'eau. La pollution de l'environnement, par de nombreuses substances d'origine naturelle ou provenant de l'activité humaine, a déjà atteint les cours d'eau et les lacs dans un sens défavorable. Nous sommes par conséquent confrontés à des risques liés à l'eau polluée surtout quand les limites de pollution admissibles sont dépassées.

Avec le souci de garder ces patrimoines naturelles propres et utilisables par l'homme, plusieurs études doivent être faites afin de tirer des conclusions et prendre des mesures y relatives pour garder sain notre environnement.

C'est dans ce cadre de vérifier l'impact éventuel des activités pratiquées sur la rivière MUGERE que j'ai choisi le travail de recherche intitulé « **Etude de l'impact des activités anthropogéniques sur la qualité de l'eau de la rivière MUGERE : cas de l'abattoir Ruziba et deux usines artisanales d'extraction d'huile de palme.** » Nous nous proposons de mesurer les paramètres physico-chimiques aux sites choisis en amont et en aval du lieu, et après les analyses pouvoir dire que ces activités ont une influence sur la qualité de l'eau de cette rivière.

1. Importance de l'eau

L'eau revêt de nombreux aspects importants dans la vie des hommes. Elle est nécessaire à la vie et constitue un moyen de nettoyage. Dans l'industrie, l'eau a de multiples fonctions, par exemple celle de fluide de refroidissement et de substance première (dans le domaine de production) ou de solvant et de milieu réactionnel (par exemple dans l'industrie chimique). L'eau est utilisée comme moyen d'alimentation et d'évacuation (par exemple des substances polluantes sont transportées jusqu'au niveau de la mer par les cours d'eau, ainsi que pour la circulation et le transport. Les nappes d'eau constituent le réservoir le plus important de l'eau potable. L'eau joue un rôle important dans la photosynthèse (appelée aussi assimilation), qui est, sur terre, la réaction chimique de transformation de l'énergie la plus importante ; c'est aussi la réaction qui transforme le plus grand nombre de substances. Dans cette réaction qui est essentiellement à la base de la vie, l'eau réagit avec le gaz carbonique dans les plantes vertes (chlorophylles) en présence de la lumière pour donner des hydrates de carbone et de l'Oxygène. (BLIEFERT & PERRAUD 2001)

D'une manière simplifiée on a :

$$n\,CO_2 + n\,H_2O \xrightarrow{h\nu} C_n(H_2O)_n + n\,O_2$$

2. Hypothèse du travail.

J'ai choisi ce sujet avec l'hypothèse que les rejets de l'abattoir Ruziba et surtout ceux des deux usines d'extraction d'huile contribuent beaucoup à la pollution physique, chimique ou organique de l'eau de la rivière Mugere. Cette hypothèse était basée sur le fait que les rejets de ces activités anthropogéniques pratiquées à cet endroit sont déversés directement et en grande quantité dans la rivière Mugere (photo en annexe) et qu'ils ont certainement un impact sur la qualité de l'eau de cette rivière.

3. Intérêt du sujet.

L'abattoir Ruziba se trouve près de la rivière MUGERE à 30m des rives. Tous les déchets de cet abattoir sont rejetés directement dans cette rivière (photo en Annexe). Sur l'autre bord de cette même rivière se trouve deux usines artisanales d'extraction d'huile de palme. Là aussi tous les déchets sont directement déversés dans la rivière (photo en Annexe). La situation est ainsi au moment où les gens de la zone Ruziba en commune Kanyosha viennent nombreux dans cette rivière pour s'approvisionner en eau pour différents usages (photo en Annexe). Si en face de la rivière MUGERE se pratiquent de telles activités, on peut alors se demander si elles n'ont pas d'impact sur la qualité de l'eau de cette rivière.

Les déchets de cet abattoir et ceux de ces deux usines peuvent charger l'eau de cette rivière en matières organiques ou en matières en suspension, ce qui peut provoquer la modification de ses caractéristiques avec le risque de la rendre dangereuse pour la vie aquatique ou inutilisable par l'homme. La pollution de l'eau en matières organiques provoque surtout la diminution en oxygène dissous.

Dans mon travail, je me suis proposé de faire des analyses physico-chimiques en amont et en aval du lieu. Après les analyses, j'ai voulu faire la comparaison des résultats obtenus sur les deux sites d'échantillonnage avec les valeurs limites d'une eau de bonne qualité et tirer une conclusion que ces activités anthropogéniques ont une influence sur la qualité de l'eau de la rivière MUGERE.

Donc, la détermination des paramètres physico-chimiques de la rivière MUGERE pourrait aider les pouvoirs publics en place à prévenir les risques, à la santé des gens de la zone Ruziba, qui pourraient être occasionnés par la pollution de l'eau de cette rivière.

4. Délimitation du travail

Mon travail se subdivise en quatre partie à savoir :

- L'introduction générale ;
- Le premier chapitre qui donne la notion de pollution de l'eau et les paramètres mesurés ;
- Le deuxième chapitre qui décrit l'échantillonnage et les méthodes expérimentales utilisées ;
- Le dernier chapitre présente et discute les résultats obtenus, la conclusion générale et les recommandations.

CHAP I: NOTION DE POLLUTION DE L'EAU ET LES PARAMETRES PYSICO-CHIMIQUES MESURES

I.1. Quelques définitions de la pollution

On définit la pollution comme étant une modification défavorable du milieu naturel qui apparait en totalité ou en partie comme un sous produit de l'action humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes.

On définit également la pollution comme étant la dégradation d'un biotope par l'introduction, généralement humaine, des substances chimiques ou organiques, de radiations (radioactivité, lumière artificielle), altérant de manière plus ou moins importante le fonctionnement de l'écosystème.

Donc, la pollution de l'eau est une altération de sa qualité et de sa nature qui rend son utilisation dangereuse et/ou perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et /ou les eaux souterraines. (CALAMALI & NEAVE 1994)

Selon François R., une définition pertinente des pollutions, dans leur conception actuelle, peut donc s'énoncer de la façon suivante : « Constitue une pollution toute modification anthropogénique d'un écosystème se traduisant par un changement de concentration des constituants chimiques naturels, ou résultant de l'introduction des substances chimiques artificielles ; toute perturbation du flux d'énergie, de l'intensité des rayonnements, de la circulation de la matière, ou encore toute altération d'une biocénose naturelle provoquée par l'introduction d'espèces exotiques invasives ».

I.2. Types de pollution de l'eau

I.2.1. Pollution physique

❖ Pollution thermique

La modification de la température (ou pollution thermique), qui résulte des déversements d'eau chaude (par exemple les eaux de refroidissement d'un centre nucléaire), peut être une cause de pollution lorsque l'augmentation de la température provoque une diminution de la teneur en oxygène dissous et une accélération de l'eutrophisation, nuit aux processus biologiques et fait obstacles à la migration des poissons.

❖ Pollution par des matières en suspension

Il s'agit des matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau et la troublent. Ces matières en suspension résultent de l'exploitation du sable, du gravier et des minerais dans les rivières ; résultent également de l'érosion ou des rejets des usines ou des ménages .Les matières en suspension augmentent la turbidité de l'eau, diminuent la pénétration de la lumière et par conséquent diminuent la photosynthèse. Elles modifient également la topographie, quand elles sont en grande quantité, des lacs à cause des sédiments qui se déposent au fond.

I.2.2.Pollution biologique

Il s'agit de la pollution par micro-organismes. Les germes (bactéries, virus, champignons, etc.), provenant des eaux d'égouts urbains , peuvent proliférer à leur arrivée dans le milieu marin, même s'il est vrai qu'il s'agit d'un milieu qui ne favorise pas la vie de la plupart des agents pathogènes. L'arrivée des matières organiques dans l'eau déclenche une prolifération des bactéries les quelles consomment beaucoup l'oxygène. La présence de l'oxygène dans l'eau favorise la fermentation des matières organiques.

Cette fermentation donne du CO_2, des NO_3^-, des PO_4^{3-} qui sont utilisés par les algues.

Quand l'eau ne contient plus assez d'oxygène dissous, la fermentation est alors anaérobie.(BLIEFERT & PERRAUD 2OO1)

I.2.3. Pollution chimique

Elle est provoquée par les rejets dans les rivières de substances chimiques, des matières organiques ou des matières minérales.

- Les substances chimiques :

Les éléments chimiques comme les phénols et les détergents d'origine industrielle présentent une toxicité très élevée pour la faune et la flore aquatique. Les engrais azotés et phosphatés employés dans l'agriculture sont également toxiques et peuvent conduire à l'eutrophisation s'ils sont en grande quantité.

- Les matières organiques (dégradables et non dégradables) :

Les matières organiques dégradables réclament pour leur transformation la présence d'une quantité suffisante d'oxygène. Il s'agit essentiellement d'égouts urbains, des effluents des industries agricoles (laiteries, porcheries industrielles) et alimentaires et d'industries textiles.

Les matières organiques non dégradables quant à elles s'accumulent car elles imputrescibles (plastiques, etc.)

- Les matières minérales

Elles proviennent de l'extraction des combustibles minéraux, des minerais, des matériaux de construction ; des substances minérales toxiques comme les métaux lourds (arsenic, plomb, mercure, cadmium) qui sont issus d'une activité métallurgique ou industrielle ; des substances organiques de synthèse qui, contrairement aux éléments nutritifs, tuent directement par leur toxicité. (NIANG 1989)

La pollution chimique des eaux naturelles provient également de la contamination par les eaux domestiques, les eaux provenant des industries, les eaux de ruissellement spécialement celles qui traversent des terres agricoles traitées par des pesticides et des engrais et de toute décharge accidentelle provenant du transport des carburants, etc. (BLIEFERT &PERRAUD 2001)

I.3. Les paramètres physico-chimiques mesurés

I.3.1. La température

La température est une caractéristique importante de l'eau car plusieurs facteurs en dépendent.

En effet, la température joue un rôle dans la solubilité des sels, des gaz, dans la dissociation des sels dissous et par conséquent sur la conductivité. D'une façon générale, la température des eaux de surface est influencée par la température de l'air, leur origine et les rejets résultant de l'activité humaine. (RODIER 2005).

I.3.2. Le pH

Le pH donne une indication globale sur le caractère acide ou basique d'une solution. L'eau pure à 25°C a une valeur de pH aux environs de 7. L'introduction dans l'eau de certains composés modifie cette valeur et par conséquent provoque la modification de la solubilité de certains composés, ce qui conduit au déséquilibre acido-basique du milieu aquatique. La valeur de pH compatible avec la vie des poissons est comprise entre 5 et 9 (BALBAULT 2000)

Cependant, pour la plupart des espèces aquatiques, la zone de pH favorable se situe entre 6et 7,2. Toutefois, cette valeur ne doit être séparée de celle des autres paramètres (température, oxygène dissous,…) car ceux-ci sont intimement liés. (RODIER 2005)

I.3.3. La conductivité (RODIER 2005)

La conductivité électrique de l'eau est liée aux concentrations des substances ionisées présentes dans cette eau. Elle permet donc d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et donne une indication sur la capacité d'une eau à transmettre le courant électrique. Elle est mesurée à l'aide d'un appareil appelé conductimètre .Elle est l'inverse de la résistivité électrique. Son unité est le siemens par mètre(S/m).

La relation entre la conductivité et la résistivité est la suivante :

$$\text{Résistivité } (\Omega.\text{cm}) = \frac{1.000.000}{\text{Conductivité } (\mu\text{S/cm})}$$

I.3.4. La dureté totale

La dureté totale comprend la somme des concentrations des ions Mg^{2+}, Ca^{2+}, Sr^{2+} et Ba^{2+}. Mais comme la plupart des eaux ne contiennent pas d'ions Sr^{2+} ni de Ba^{2+}, en pratique la dureté totale est définie par :

$$C(Ca^{2+}) + C(Mg^{2+}) \ .$$

En générale, la dureté totale comprend 70-80% de la dureté due au Ca, 30-15% de la dureté due au Magnésium.(BLIEFRT&PERRAUD 2001) .

La concentration totale en calcium et en magnésium est exprimée en milliéquivalent par litre ou milli mole par litre.

I.3.5. L'alcalinité : TAC

Le titre alcalimétrique complet (TAC) est la teneur dans l'eau en alcalis libres (NaOH, KOH, LiOH), en carbonates et hydrogénocarbonates ou bicarbonates HCO_3^-. Les eaux naturelles de surface sont généralement moins alcalines que les eaux polluées par les ménages, les industries ou les activités humaines.

L'alcalinité est fonction du pH du milieu aquatique. Elle intervient dans l'équilibre carbonate – bicarbonate dont dépend largement la vie dans les eaux douces. (DUSSART 1996)

I.3.6. L'oxygène dissous

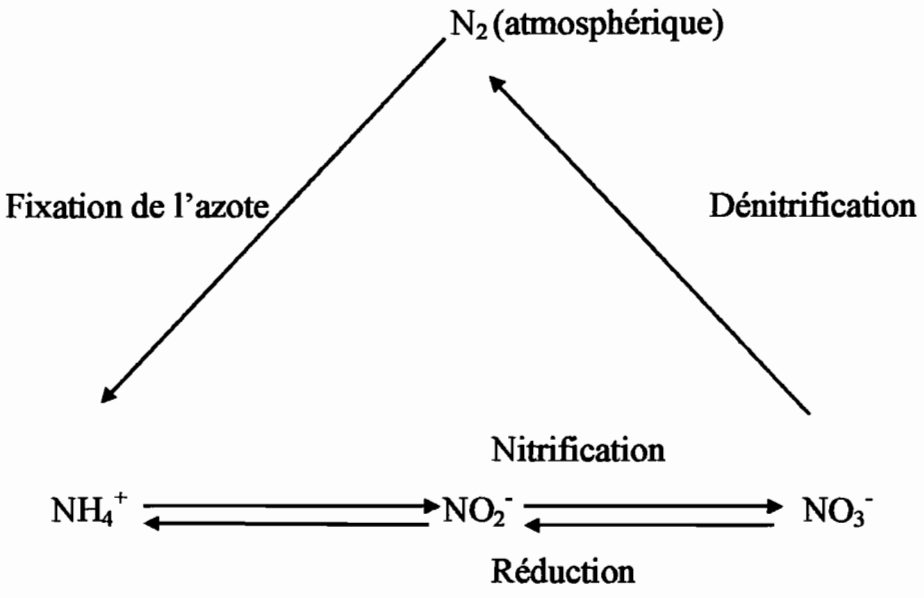
La teneur en oxygène dissous dans le milieu aquatique donne une indication sur les possibilités de survie de la faune aquatique ; le degré d'autoépuration, et une indication sur la quantité des matières organiques bio décomposables présentes dans ce milieu.

Comme tous les autres gaz, la solubilité de l'oxygène diminue quand la température de l'eau augmente .Un faible taux d'oxygène dissous dans un milieu aquatique montre qu'il existe une surconsommation d'oxygène résultant de la présence dans ce milieu d'une grande quantité des matières organiques en voie de décomposition ou bien qu'il ya une élévation de température résultant soit des rejets des eaux chaudes, soit des refroidissements, cas d'un centre électrique. (BLIEFERT& PERRAUD 2005)

I.3.7. L'Azote ammoniacal

Les ions ammonium peuvent être apportés dans l'eau par des eaux des pluies, par des matières végétales, par des engrais ou par les rejets industriels.

La fixation de l'azote atmosphérique se fait par les algues bleu-verts (cyanobactéries) et des bactéries en symbiose avec les plantes. Les micro-organismes rendent la nitrification possible dans les conditions aérobies.



Processus d'oxydoréduction dans le cycle d'Azote (LAURA 2000)

I.3.8. Les nitrates

Les nitrates sont issus de l'oxydation des nitrites (le processus s'appelle nitration) grâce aux bactéries du genre nitrobacter. Dans les eaux de surface, les taux des nitrates sont très variables selon leur origine. Ils proviennent des rejets domestiques ou industriels, des usines d'exploitation des déchets, d'abattoirs, des usines textiles et autres car beaucoup d'eaux usées contiennent des quantités importantes d'azote. (NIANG 1986)

Ils peuvent aussi provenir des engrais azotés de différentes natures non consommés par les cultures et qui sont apportés par les eaux de ruissellement.

Dans les cours d'eau, les nitrates, quand ils sont en grande quantité, conduisent à une prolifération d'algues. Ils n'ont pas d'effets toxiques directs à faibles doses, mais le fait qu'ils puissent conduire aux nitrites dans les conditions peu oxydantes, leur confère une toxicité indirecte. (ATTEIA 2005)

$$NO_3^- \xrightarrow[\text{Bactéries dénitrifiantes.}]{} NO_2^- + 1/2O_2$$

I.3.9. Les Phosphates

Les phosphates se rencontrent dans les eaux naturelles, dans les eaux usées domestiques et agricoles. Ils se forment par suite de la décomposition de la matière organique. Ils jouent un rôle important dans la croissance des organismes et représentent un facteur limitant dans la productivité primaire des eaux : un milieu pauvre en phosphates est peu productif et est dit oligotrophe tandis que un excès de phosphates le rend eutrophe.

En effet, ils sont susceptibles de favoriser la multiplication des algues et du phytoplancton à cause du milieu enrichit en matière nutritif. Il en résulte une dégradation remarquable du milieu et par conséquent une modification de certains paramètres physico-chimiques. (CYRIL&HENRI 1973)

I.3.10. Les matières en suspension

On appelle matière en suspension, les très fines particules en suspension (sables, argile, produits organiques, particules de produits polluants, micro organismes,.....) qui donne un aspect trouble à l'eau et s'opposent à la pénétration de la lumière nécessaire à la vie aquatique. En trop grande quantité, elles constituent donc une pollution solide des eaux. L'abondance des matières en suspension dans l'eau favorise la réduction de l'oxygène dissous et l'abaissement de la production biologique.

La quantité de matières en suspension totale se mesure par filtration d'un litre d'eau et pesage des résidus séchés. Les résultats s'expriment en mg/l.

On estime qu'un habitant rejette environ 90 grammes par jour de matières en suspension dans les eaux. (BLIEFERT& PERRAUD 2001)

I.3.11. La demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la quantité d'Oxygène nécessaire pour oxyder les matières oxydables présentes dans l'eau quelque soit leur origine organique ou minérale. Elle donne une indication sur la quantité des substances chimiquement oxydables présentes dans l'eau. (NAHIMANA D.)

La détermination de la DCO se fait essentiellement par oxydation avec le dichromate de Potassium ($K_2Cr_2O_7$), dans une solution d'acide sulfurique porté à l'ébullition à reflux pendant deux heures, en présence des ions Ag^+ comme catalyseurs d'oxydation. Le résultat est donné en mg d'O_2/l.

D'une manière simplifiée, on peut décrire cela par la réaction suivante :

$$\textit{Composés organiques} + Cr_2O_7^{2-} \xrightarrow[H^+]{\text{Catalyseur}} CO_2 + H_2O + Cr^{3+}$$

La valeur de la DCO est une indication très importante, avec la quelle on peut caractériser la pollution globale d'une eau ou des eaux usées par des composés organiques. (BLIEFERT&PERRAUD 2001)

I.3.12. Oxydabilité au $KMnO_4$

L'oxydabilité au $KMnO_4$ ou indice de permanganate d'une eau est la concentration en masse d'oxygène en relation avec la quantité d'ions permanganate consommée par un échantillon d'eau, dans les conditions définies. Exprimé en mg d'oxygène/l, il correspond à une mesure conventionnelle pour évaluer la contamination d'eau faiblement chargé en matières organiques.(RODIER 2005)

Elle est essentiellement utilisée pour juger aussi bien de la qualité d'eaux potables que d'eaux brutes telles que les eaux superficielles, mais elle n'est pas recommandée pour déterminer la charge organique des eaux résiduelles. En effet, beaucoup de composés organiques ne sont que partiellement oxydés par cette méthode. (BLIEFERT& PERRAUD 2001)

CHAP II : ECHANTILLONNAGE ET DESCRIPTION DES METHODES EXPERIMENTALES

II.1.Echantillonnage

II.1.1. Description du lieu d'échantillonnage

L'abattoir RUZIBA est implanté dans la zone Ruziba de la commune KANYOSHA à quelques mètres du bord de la rivière MUGERE, en face du pont de la route Bujumbura-Rumonge(RN3)

Sur l'autre bord de la même rivière, en commune Kabezi, se trouve deux usines artisanales d'extraction d'huile de palme à quelques mètres du pont de la route Bujumbura-Rumonge.

Les sites d'échantillonnage ont été choisis comme suit :

- Le site d'échantillonnage S_1 est située à 100m en amont où se pratique ces activités. Les eaux à cet endroit n'ont pas encore subi l'influence de ces activités.
- Le site d'échantillonnage S_2 est situé 200m en aval du lieu où se pratique ces activités. Les eaux à cet endroit ont déjà reçu la charge des rejets provenant de l'abattoir et de ces deux usines d'extraction d'huile de palme.

UNIVERSITE DU BURUNDI
FACULTE
DES SCIENCES
B.P 2700
BUJUMBURA
BURUNDI

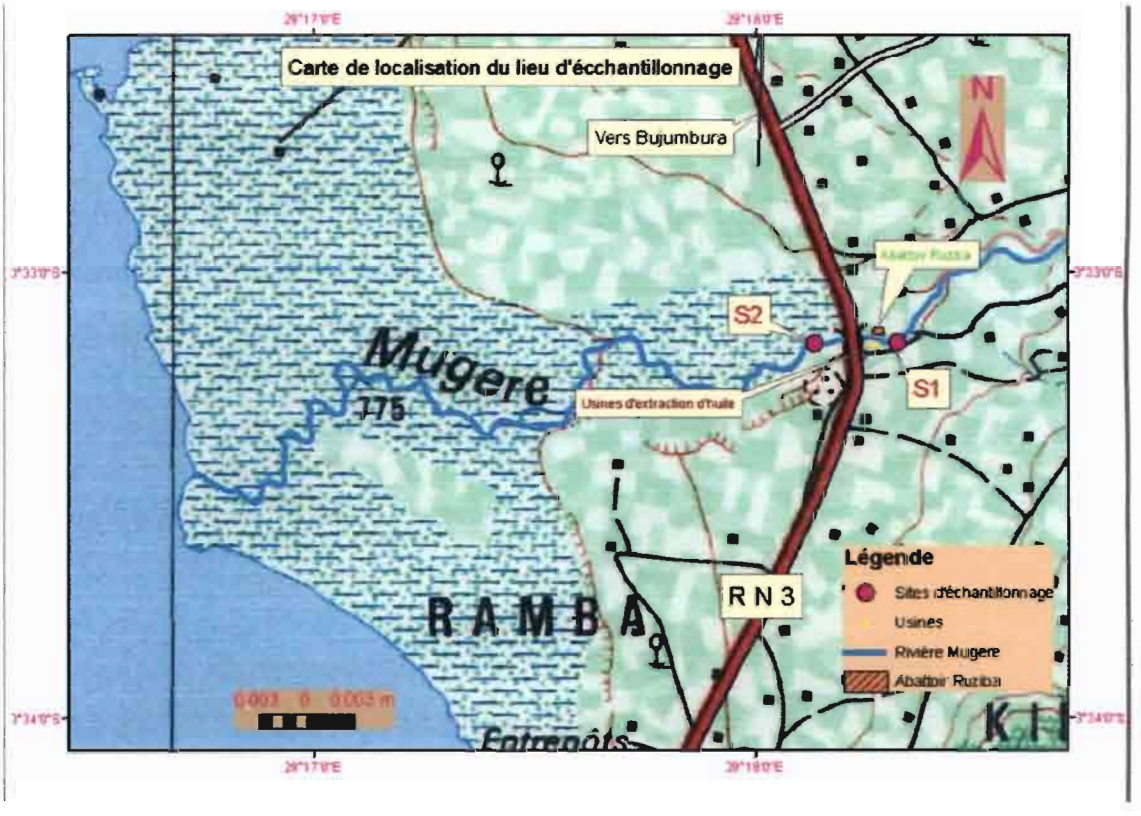


Figure n°1 : Localisation du lieu d'échantillonnage

II.1.2. Prélèvement des échantillons

J'ai réalisé deux prélèvements sur chacun des deux sites d'échantillonnage choisis. Au total quatre échantillons ont été récoltés dont deux le 01/08/2012 sur les deux sites S_1 et S_2 et les deux autres ont été récoltés le 15/08/2012 également sur les deux sites.

Chaque fois, les échantillons ont été récoltés dans des bouteilles en plastiques dans l'avant midi entre 7heure et 7heure 30 minutes et ont été directement conduits aux différents laboratoires pour différentes analyses. Les uns ont été conduits au laboratoire de l'ISABU pour la détermination de NO_3^-, NH_4^+, PO_4^{3-} et l'Oxygène dissous ; d'autres ont été acheminés vers les laboratoires de la faculté des sciences.

II.1.3. Prétraitement et conservation des échantillons

Les échantillons non analysés directement ont été conservés au réfrigérateur réglé à 4°C après avoir ajouté du chlorure de mercure ($MgCl_2$) dont le rôle est de bloquer toute activité bactériologique.

Signalons également que certains paramètres tels que la température, la conductivité et le pH ont été déterminés immédiatement sur terrain.

II.2. Description des méthodes expérimentales

II.2.1. Détermination de la température

La température et le pH ont été mesurés sur terrain à l'aide d'un pH-mètre à l'intérieur duquel est incorporé un thermomètre.

II.2.2.Détermination de la conductivité électrique

J'ai utilisé un conductimètre de marque WTW model LF 320 muni d'une électrode unique préalablement calibré.

II.2.3.Détermination des matières en suspension

1. **Principe :** L'eau est filtrée et le poids des matières retenues par le papier filtre est déterminé par pesé.

2. Mode opératoire (RODIER 2005)

- Laver le papier filtre à l'eau distillée ;
- Le sécher à 105°C jusque à obtenir une masse constante ;
- Le peser à 0,1mg après le passage au dessiccateur ;
- Le mettre sur l'équipement de filtration ;
- Verser l'échantillon sur le filtre ;
- Rincer la fiole ayant contenu l'eau à analyser avec 10ml d'eau distillée ;
- Faire passer sur le filtre cette eau de lavage ;
- Laisser essorer le filtre ;
- Sécher le papier filtre à 105°C ;
- Laisser refroidir au dessiccateur ;
- Peser à 0,1mg près jusqu'à obtenir la masse constante.

Expression des résultats :

La teneur en matière en suspension (en mg/l) est donnée par l'expression suivante :

$$\frac{M_1 - M_0}{V} \text{ X } 1000$$

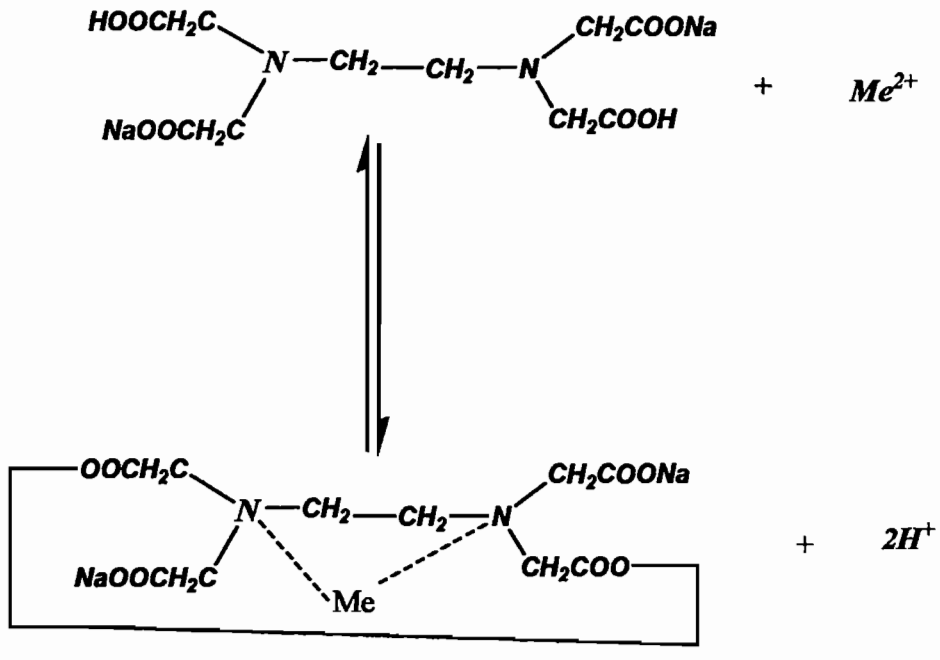
M_0 : masse du disque filtrant avant utilisation (mg) ;
M_1 : masse du disque filtrant après utilisation (mg) ;
V : volume d'eau utilisé (ml).

II.2.4. Détermination de la dureté totale

a) Principe

Il s'agit d'une méthode titrimétrique à EDTA. Les alcalino-terreux présent dans l'eau sont amenés à former un complexe de type chélate par un sel dissodique de l'acide Ethylène Diamine Tétra-acétique (EDTA). La disparition des dernières traces d'éléments est décelée par le virage d'un indicateur spécifique en milieu convenable tamponné pour empêcher la précipitation du Mg.

La méthode permet de doser la somme des ions Ca^{2+} et Mg^{2+}. Il se produit la réaction suivante avec l'EDTA :



Me=métal Ca ou Mg

b) Réactifs:

- ❖ Solution d'EDTA 0,02N
- ❖ Solution tampon contenant HCl.
- ❖ Solution de noir d'Eriochrome T
- ❖ Solution de NaOH 1N

Mode opératoire

- o Prélever 100ml de l'échantillon d'eau à analyser et les verser dans un bécher de 500ml.
- o Ajouter 3ml de solution de NaOH 1N puis quelques gouttes de solution de noir d'Eriochrome T;
- o Ajouter 3,2ml de HCl 1N et agiter durant une minute jusqu'à parfaite dissolution du précipité magnésien;
- o Verser 5ml de solution tampon ;
- o Homogénéiser la solution ;
- o Titrer directement l'échantillon avec EDTA jusqu'au virage bleu.

c)Expression des résultats :

La concentration totale en calcium et magnésium est exprimée en milliéquivalent par litre (méq/l) ou en millimoles par litre (mmol/l) et est donnée par l'expression suivante :

$$\frac{C \times V_1}{V_2} \times 1000$$

Où C = la concentration en mmol/l de la solution d'EDTA ;

V_1= le volume en ml de la solution EDTA utilisé pour le titrage ;

V_2= le volume de l'échantillon d'eau.

II.2.5. Détermination du titre alcalimétrique complet(TAC)

a) Principe :

Il est basé sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide dilué, en présence d'un indicateur coloré. (RODIER 2005)

Mode opératoire

Prélever 100ml de l'échantillon à analyser. Ajouter deux goutes de solution de méthylorange et titrer avec l'acide HCl 0,02N jusqu'au virage du jaune au jaune orangé (pH = 4,3). S'assurer qu'une goutte d'acide en excès provoque le passage de la coloration jaune orangé au rose orangé (pH=4).

Soit V le volume de l'acide HCl 0,02N versé depuis le début du dosage. Retrancher de ce volume 0,5ml, quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur, qui est un peu plus faible que le pH de neutralisation exacte du bicarbonate.

$$TAC = \frac{V-0,5}{5}$$ en milliéquivalent par litre (méq/l).

II.2.6. Dosage de l'oxygène dissous.

La méthode utilisée est celle de Winkler.

Principe :

L'hydroxyde de Manganèse formé en milieu basique à partir du sulfate de Manganèse réagit quantitativement avec l'oxygène dissous dans l'échantillon d'eau en formant de l'oxyde de Manganèse.

$$MnSO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + Mn(OH)_2\downarrow$$

$$4Mn(OH)_2 + O_2 \longrightarrow 4MnO(OH) + 2H_2O$$

En milieu acide et en présence d'un excès d'Iodure de potassium (KI), l'oxyde de magnésium libère stoechiométriquement l'Iode.

$$4MnO(OH) + KI + 6H_2SO_4 \longrightarrow 4MnSO_4 + 2I_2 + 2K_2SO_4 + 8H_2O\ .$$

L'Iode libéré est titré par une solution de thiosulfate de sodium ($Na_2S_2O_3$ à 0,025N) en présence d'amidon comme indicateur.

$$I_2 + 2Na_2S_2O_3 \longrightarrow 2NaI + Na_2S_4O_6$$

Mode opératoire

Dans chaque bouteille de Winkler, mettre :

- 1ml de la solution de $MnSO_4$ et 2ml de la solution de NaOH + KI +NaN_3 ;
- Refermer la bouteille et agiter vigoureusement ;
- Laisser réagir 20 à 30 secondes et agiter de nouveau la bouteille ;
- Laisser déposer le MnO_2 formé jusqu'au moment où on dispose d'au moins 100ml de solution limpide qui surnage ;
- Après décantation, ajouter 2ml d'acide sulfurique concentré et transvaser quantitativement le contenu de la bouteille dans un erlenmeyer de 250ml ;

- Ajouter 2ml de la solution d'amidon et titrer l'Iode libéré avec la solution de $Na_2S_2O_3$ (à O,025N) jusqu'à la disparition de la couleur bleue.

Expression des résultats :

La concentration en Oxygène dissous (en mg O_2/l) de l'échantillon est déterminée par la relation :

$$\frac{V_1 \times M \times 8 \times 1000}{V_2}$$

V_1= volume (en ml) de la solution de $Na_2S_2O_3$ utilisé

V_2= volume de la bouteille de Winkler

M=molarité de $Na_2S_2O_3$

II.2.7.Dosage des ions Ammonium (NH_4^+)

Principe :

En milieu alcalin, l'ammoniac est déplacé puis entrainé par la vapeur d'eau.

Le dosage est ensuite effectué sur le distillat soit par volumétrie, soit par colorimétrie (RODIER 1984).

Mode opératoire

Dans un ballon de l'appareil à distiller, introduire la prise d'essai de 250ml. Ajouter 20ml de la solution de carbonate de sodium, 20ml de solution concentrée d'hydroxyde de sodium et éventuellement un agent anti-moussant. Poursuivre la distillation pendant 20min au moins. Recueillir le distillat sur 5ml de l'acide borique.

Ajouter quelques gouttes d'une solution de méthyle orange à 0,2% au distillat ;

Effectuer le dosage à l'aide d'une solution de H_2SO_4, N/10 ;

Opérer de la même manière sur un témoin préparé à partir d'un volume de l'eau distillée contenant 5ml d'une solution d'acide borique.

Expression des résultats

La teneur en ions ammonium exprimée en milligrammes par litre est donnée par la relation :

$$\frac{(V_1-V_0) \times 0,1 \times 1000 \times 18}{V_2}$$

Où V_0 =nombre de ml d'acide sulfurique N/10 utilisé pour le témoin

V_1 =nombre de ml d'acide sulfurique N/10 utilisé pour l'échantillon

V_2 =volume de la prise d'échantillon

18= masse molaire relative de NH_4^+

II.2.8. Dosage des ions nitrates (NO_3^-)

Principe : En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitrosalicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'être dosé par colorimétrie.

Réactifs :

-Solution de salicylate de sodium à 0,5%

-H_2SO_4 concentré (d= 1,84) ;

-Solution d'hydroxyde de sodium et tartrate double de sodium et de potassium ;

- Hydroxyde de sodium : 400g ;
- Tartrate double de sodium et de potassium : 60g ;
- Eau distillée : 1000ml.

Mode opératoire

- Introduire 10ml de l'échantillon dans un capsule de 60ml ;
- Alcaliniser faiblement avec de l'hydroxyde de sodium et le tartrate double de sodium et de potassium puis poursuivre le dosage comme la courbe d'étalonnage.
- Préparer de la même façon un témoin en mélangeant 10ml d'eau distillée et 1ml de solution de salicylate de sodium ;
- Effectuer la lecture au spectromètre à la longueur d'onde de 415nm.

II.2.9. Dosage des ions phosphates (RODIER, 1984)

Principe : En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les ortho phosphates donnent un complexe phosphomolybdique, réduisent l'acide ascorbique et développent une coloration bleue susceptible d'un dosage colorimétrique.

Réactifs :

- Solution de H_2SO_4 20% (d= 1,84)
- Solution de molybdate d'ammonium : 40g/l ;
- Solution d'acide ascorbique : 20g/l ;
- Solution de tartrate double d'antimoine et de potassium : 5ml ;
- Solution mère étalon à 0,05g/l de phosphore ;

Mode opératoire

- Introduire dans chaque fiole 1ml de solution d'acide ascorbique ;
- Agiter, puis ajouter 4ml du réactif ;
- Mélanger soigneusement, compléter éventuellement le volume jusqu'à 25ml ;
- Attendre 30min pour la stabilisation de la coloration ;
- Effectuer les mesures au spectromètre d'absorption moléculaire à la longueur d'onde de 700nm.

II.2.10. Détermination de la demande chimique en oxygène(DCO)

Principe :

La matière organique est oxydée par le dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) à chaud et en milieu d'acide sulfurique, en présence de sulfate d'argent comme catalyseur. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de Fer et d'Ammonium (sel de Mohr) en présence de ferroïne comme indicateur.

Réactifs :

- ☞ Eau distillée
- ☞ Sulfate de mercure cristallisé ;
- ☞ Solution sulfurique de sulfate d'argent ;
- ☞ Solution de dichromate de potassium 0,25N ;
- ☞ Solution de sulfate de Fer et d'Ammonium à 10%.

Mode opératoire (RODIER, 2005)

- Introduire 50ml d'eau à analyser dans un ballon de 500ml ;
- Ajouter 1g de sulfate de mercure cristallisé et 5ml de solution de sulfate d'argent ;
- Chauffer si nécessaire jusqu'à la parfaite dissolution ;
- Ajouter 25ml de $K_2Cr_2O_7$, 0,25N, puis 70ml de solution sulfurique de sulfate d'argent ;
- Laisser reflux pendant 2h et refroidir ;
- Diluer à 350ml avec de l'eau distillée ;
- Ajouter quelques gouttes de solution ferroïne ;
- Déterminer la quantité nécessaire de solution de Sulfate de Fer et d'Ammonium pour obtenir le virage au rouge violacé ;
- Procéder de la même façon sur 50ml d'eau distillée.

Expression des résultats :

La demande chimique en oxygène (DCO) exprimée en mg d'O_2/l est égale à :

$$\frac{8000(V_1-V_0)\,T}{V}$$

Où V_0 = volume de la solution du sel de Mohr nécessaire au dosage de l'échantillon ;

V_1= volume de la solution du sel de Mohr nécessaire au dosage de l'eau distillée ;

T= Titre de la solution de fer et d'ammonium ;

V= volume de la prise d'essai.

II.2.11.Oxydabilité au $KMnO_4$(RODIER, 1984)

Réactifs :

- Solution de permanganate de potassium N/80 ;
- Solution de sulfate de fer et d'ammonium à 25g/l ;
- Solution d'acide sulfurique dilué 1/2 ;

Mode opératoire

- Porter à l'ébullition 100ml d'eau à analyser additionnée de 10ml de la solution d'acide sulfurique diluée à 1/2;
- Ajouter 50ml de la solution de $KMnO_4$ et maintenir en ébullition pendant 10 min ;
- Verser 10ml d'une solution de sulfate de fer et d'ammonium ;
- Titrer l'excès de réactifs par la solution de $KMnO_4$N/80.

Expression des résultats :

Soit N, le volume en (ml) de la solution de $KMnO_4$N/80 utilisé pendant le titrage de l'échantillon ; n, le volume en (ml) de la solution de $KMnO_4$N/80 utilisé en faisant le même dosage sur l'eau distillée.

La quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation des matières réductibles contenues dans un litre d'eau est donnée par l'expression ci-après :(N-n) mg/l.

CHAP III : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

III.1.Présentation des résultats

Le tableau suivant montre les résultats de l'analyse des eaux de la rivière Mugere. Il donne des valeurs mesurées pour chaque paramètre étudié sur chacun des sites considérés.

Tableau n°1 : Valeurs des paramètres mesurés sur les eaux de la rivière Mugere

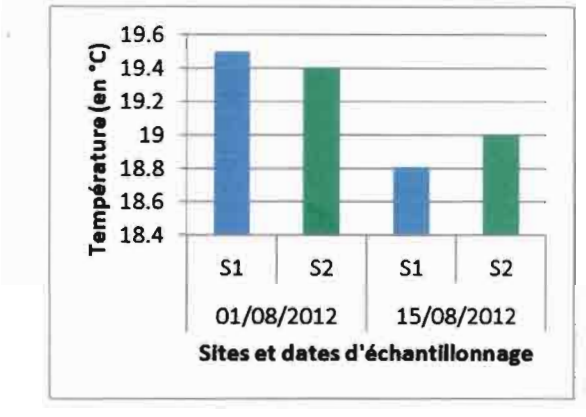
Paramètres	Unités	Sites et dates d'échantillonnage			
		01/8/2012		15/8/2012	
		S_1	S_2	S_1	S_2
Température	°C	19,5	19,4	18,81	19,0
Ph	_	7,95	7,97	7,5	7,5
Conductivité	µS/cm	42,91	42,6	41	41,3
Titre alcalimétrique complet	méq/l	0,32	0,34	0,3	0,29
Dureté totale	mmol/l	0,85	0,84	0,9	0,92
Oxygène dissous	mg/l	3,6	2,5	5,02	3,58
Matières en Suspension	mg/l	168	191	158	166
Oxydabilité au $KMnO_4$	mg d'O_2/l	2,1	3,01	1,8	2,25
Demande chimique en oxygène(DCO)	mg d'O_2/l	19,2	24,1	21,0	28,8
Ammonium (NH_4^+)	mg/l	0,0	0,01	0,01	0,01
Les nitrates (NO_3^-)	mg/l	2,05	2,15	2	2,09
Les Phosphates (PO_4^{3-})	mg/l	0,05	0,02	0,024	0,01

III.2. Discussion des résultats

Pour une bonne et facile interprétation des résultats, nous avons préféré d'utiliser les diagrammes en bâtonnets qui correspondent aux valeurs obtenus pour chaque paramètre étudié, sur chaque site et à chaque date d'échantillonnage.

III.2.1. La température

Figure n°2 : Variation de la température en fonction du site et de la date d'échantillonnage

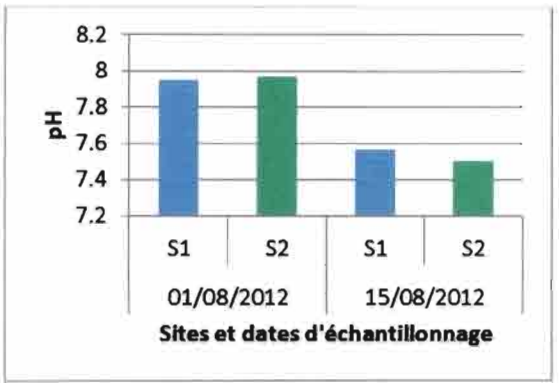


Cette figure montre la variation de la température de l'eau de la rivière Mugere sur les deux sites d'échantillonnage.On constate que la température reste presque la même aux deux sites . Il n'y a pas d'apports susceptibles de modifier la température des eaux de cette rivière car dans les deux usines, l'eau se refroidit lors de la séparation de l'huile avec l'eau.

Néanmoins, on observe une faible diminution de la température du15/8/2012 par rapport à celle du 01/8/2012. Mais cette variation n'est pas liée aux activités pratiquées à cet endroit, elle serait peut être liée à la température ambiante.Les valeurs de la température aux deux sites sont dans les limites acceptables d'une eau de bonne qualité.(Annexe 1 :ANNON 1989)

III.2.2. Le pH

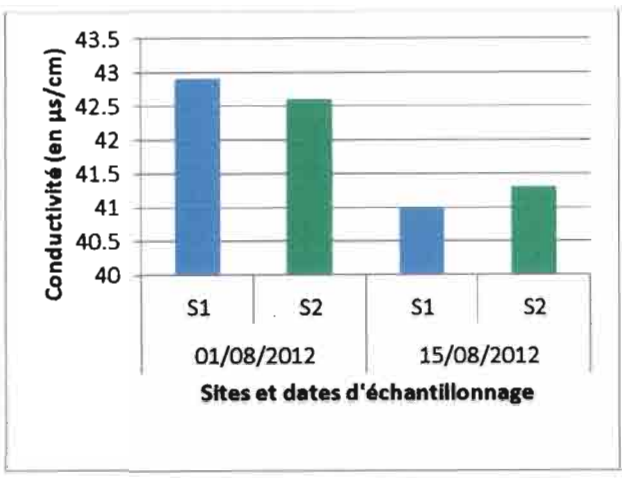
Figure n°3 : Variation du pH en fonction du site et de la date d'échantillonnage.



On constate que la valeur du pH aux deux sites ne varie presque pas.Donc les rejets de l'abattoir Ruziba et ceux des deux usines d'extraction d'huile n'affectent pas le pH de l'eau de la rivière Mugere.

III.2.3. La conductivité électrique

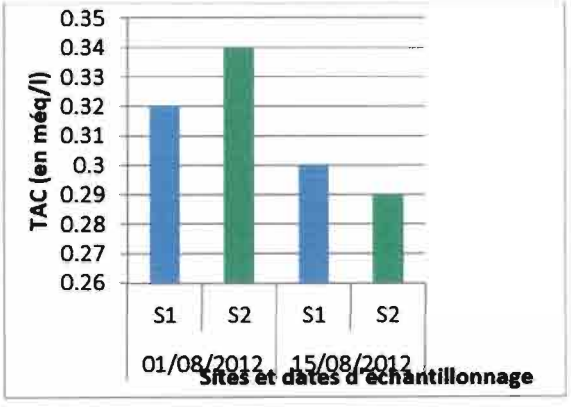
Figure n° 4: Variation de la conductivité électrique en fonction du site et de la date d'échantillonnage



La conductivité électrique est identique pour les deux sites .Cela n'est pas étonnant car dans l'abattoir et dans les deux usines artisanales de transformation d'huile, il n'y a apparemment pas d'apports mineraux susceptibles de modifier la conductivité électrique. RODIER(2005) met cette eau dans la classe d'une minéralisation très faible(conductivité $\leq 100\mu S/cm$).

III.2.4. Le titre alcalimétrique complet (TAC)

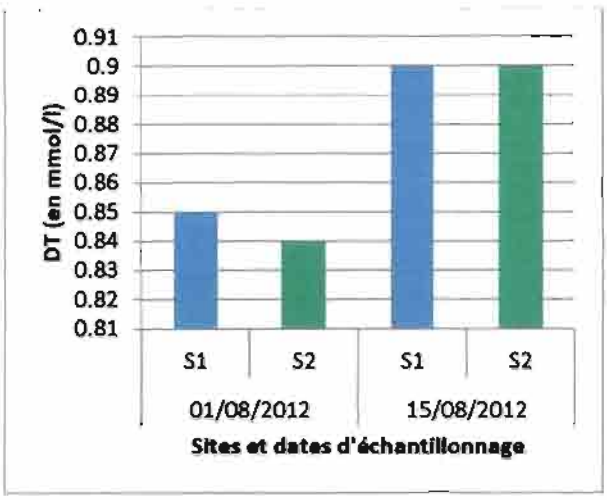
Figure n°5 : Variation du titre alcalimétrique complet en fonction du site et de la date d'échantillonnage



Cette figure nous montre que la valeur du TAC pour les deux sites ne change pas. Ceci montre qu'il ya absence, dans les rejets, des alcalis libres.

III.2.5. La dureté totale

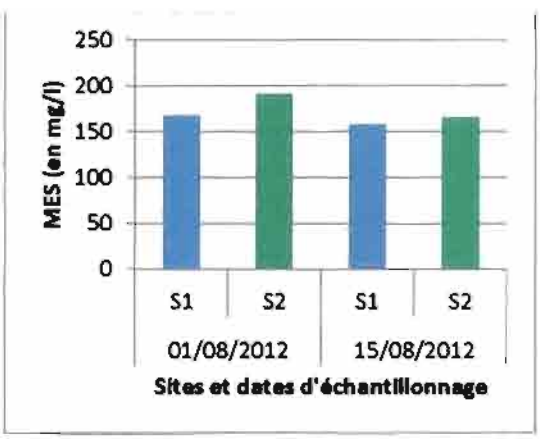
Figure n°6 : Variation de la dureté totale en fonction du site et de la date d'échantillonnage



Les valeurs trouvées montrent que la dureté totale est presque la même pour les deux sites. Elle est indépendante des activités pratiquées à cet endroit.

III.2.6. Matières en suspension

Figure n°7 : Variation des matières en suspension en fonction du site et de la date d'échantillonnage



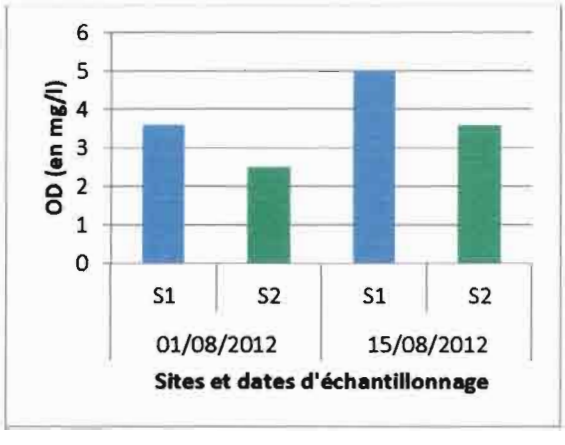
Les matières en suspension au site d'échantillonnage n°2 est grande par rapport au site d'échantillonnage n°1. Cette augmentation serait due surtout aux eaux des deux usines de transformation d'huile qui troublent beaucoup les eaux de la rivière Mugere.

Mais on observe une diminution des matières en suspension le 15/08/ 2012 par rapport au 01/8/2012. Cette diminution serait due au fait que ce jour-là on n'avait pas déversé beaucoup de déchets.

La quantité enregistrée des matières en suspension ne traduit pas une eau polluée.

III.2.7. L'Oxygène dissous

Figure n°8: Variation de l'Oxygène dissous en fonction du site et de la date d'échantillonnage

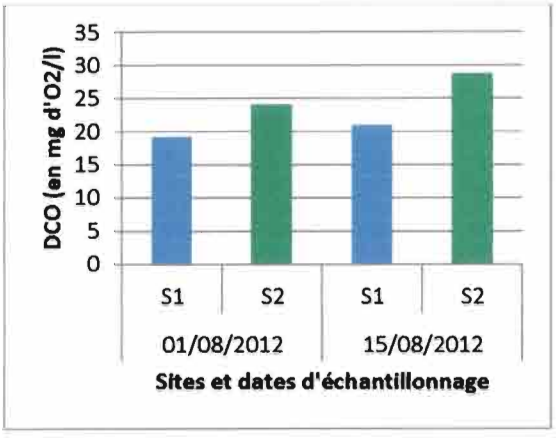


Nous constatons une diminution de le teneur en en Oxygène dissous au site n°2. Cette faible teneur en oxygène est due à la charge élevée en matières organiques dans les eaux résiduaires de l'abattoir et celles des deux usines de transformation d'huile. Ces matières organiques, en se transformant, consomment l'oxygène.

La variation de l'oxygène dissous dépend donc de la présence dans l'eau, des matières oxydables, des organismes et des germes aérobies (BLIEFRT&PERRAUD 2005)

III.2.8. Demande chimique en Oxygène (DCO)

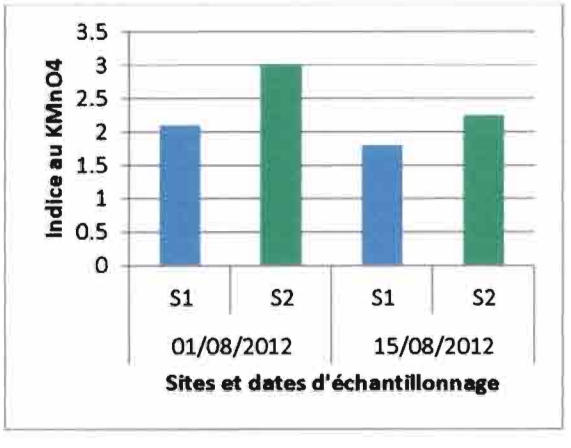
Figure n° 9: Variation de la demande chimique en Oxygène (DCO) en fonction du site et de la date d'échantillonnage



La valeur de la DCO au site n°2 est grande par rapport à celle enregistrée au site n°1.Cela montre que ces activités affectent la demande chimique en Oxygène des eaux de la rivière Mugere. Cette augmentation est due à la présence dans l'eau des matières oxydables.

III.2.9. Oxydabilité au $KMnO_4$

Figure n°10 : Variation de l'Oxydabilité au $KMnO_4$ en fonction du site et de la date d'échantillonnage



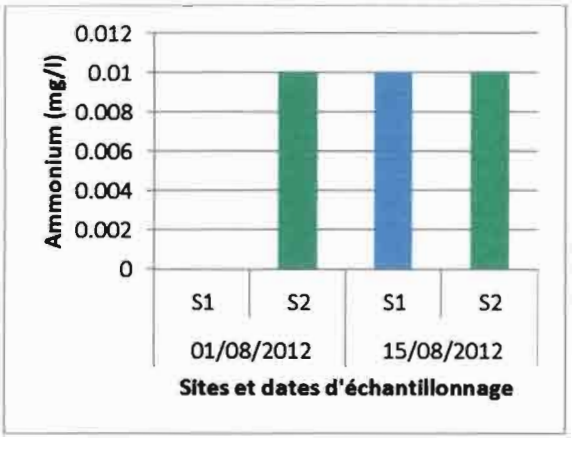
La valeur de l'Oxydabilité au KMnO4 au site n°2 est grande par rapport à celle enregistrée au site n°1.Cela montre que ces activités affectent la demande chimique en Oxygène des eaux de la rivière Mugere. Cette augmentation est due à la présence dans l'eau des matières oxydables.

Nous constatons que quand l'oxygène dissous dans l'eau diminue, il y a augmentation de la demande chimique en oxygène et de l'indice au permanganate de potassium.

Les valeurs de l'Oxygène dissous et de la DCO montrent que les eaux de la rivière Mugere se trouvent dans la classe des eaux de qualité passable selon ANNON.

III.2.10. L'ammonium (NH_4^+)

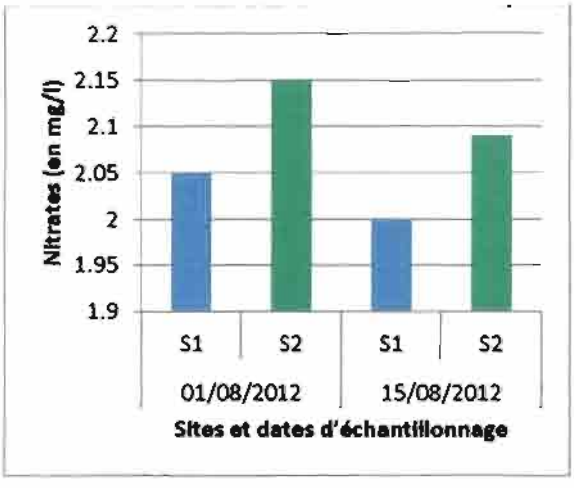
Figure n°11 : Variation de l'Ammonium en fonction du site et de la date d'échantillonnage



La teneur en ammonium est la même pour les deux sites d'échantillonnage. (0,0) au site n°1 et (0,01) au site n°2. On voit que ces activités ne modifient pas la qualité de la rivière Mugere quant à l'ion NH_4^+.

III.2.11. Les nitrates NO_3^-

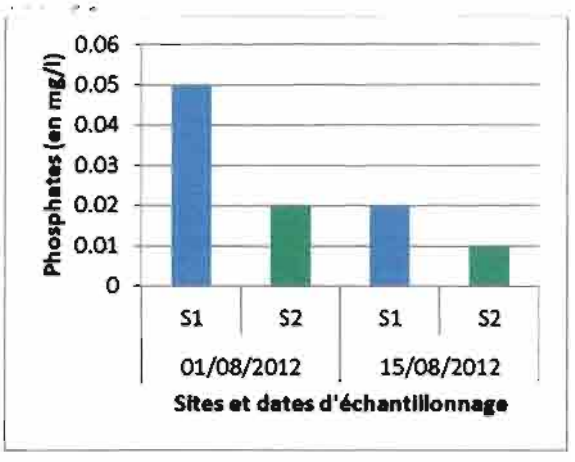
Figure n°12 : Variation des nitrates en fonction du site et de la date d'échantillonnage



La teneur en nitrates est presque la même pour les deux sites d'échantillonnage ; (2,05mg/l) au site n°1 et (2,15mg/l) au site n°2, pour les valeurs enregistrées le 01/08/2012 ; tandis que le 15/08/2012 j'ai enregistré 2mg /l au site n°1 et 2,09 au site n°2. Ces écarts ne traduisent pas la modification causée par ces activités anthropogéniques.

III.2.12. Les phosphates

Figure n°13 : Variation des phosphates en fonction du site et de la date d'échantillonnage



Cette figure nous montre que la valeur de la teneur en phosphates n'a pas varié beaucoup pour les deux sites. Cela montre que les rejets de ces activités ne semblent pas donc affecter la qualité de la rivière Mugere quant aux phosphates.

III.3.Conclusion générale et recommandations

III.3.1. Conclusion générale

Ce travail avait pour but d'étudié l'impact des activités anthropogéniques sur la qualité de l'eau de la rivière Mugere. Les résultats obtenus pour les paramètres étudiés ne montrent pas une situation grave quant à la pollution de la rivière par ces activités.

En effet, les résultats obtenus pour les paramètres tels que la température, le pH, la conductivité, la dureté totale, le TAC, l'ammonium (NH_4^+), les nitrates (NO_3^-), et les phosphates (PO_4^{3-}), ne montrent pas de fortes variations au site n°2 par rapport au site n°1. Mais les résultats obtenus pour l'Oxygène dissous, l'oxydabilité au $KMnO_4$ et la Demande Chimique en Oxygène (DCO) nous donnent de faibles variations au site n°2 par rapport au site n°1. La teneur en oxygène dissous au S_2 (2,5mg/l) a diminué par rapport au S_1 (3,6mg/l). La demande chimique en Oxygène (DCO) au S_2 (24 ,1mg/l) a augmenté par rapport au site n°1(19,2mg/l). L'indice de $KMnO_4$ au S_2 (2,25mg/l) a augmenté par rapport au S_1 (1,8mg/l).

Nous voyons que ces écarts sont plus petits et ne traduisent pas une pollution de l'eau. J'ai eu l'idée que les rejets de ces activités sont vite transportés ou dilués à cause d'une grande quantité d'eau de cette rivière, ils ne trouvent pas donc le temps suffisant pour se transformer. Peut être que le processus trouve le temps suffisant au niveau du Lac Tanganyika dans le quel se jette la rivière Mugere.

III.3.2. Recommandations

Bien que les résultats obtenus ne traduisent pas une pollution significative de l'eau de cette rivière, on ne peut pas dire que cette eau n'est pas polluée vu les rejets déversés directement dans cette rivière. Donc cette eau n'est pas potable à être bue par l'homme avant traitement. C'est pourquoi nous recommandons :

Au gouvernement :

- D'organiser des campagnes de sensibilisation à la protection de l'environnement ;
- D'éloigner l'abattoir Ruziba de la rivière Mugere ;
- De suspendre l'extraction d'huile en face de cette rivière;
- De prendre des mesures nécessaires en cas des contrevenants.

A la population :

- De lutter contre la pollution ;
- D'éviter des activités qui tendent, d'une manière ou d'une autre, à menacer leur santé.

Aux futurs chercheurs:

- De poursuivre les recherches sur cette rivière jusqu'au niveau du lac Tanganyika ;
- D'analyser d'autres paramètres susceptibles d'être modifiés par de telles activités par exemple la quantité de matière grasse.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ANNON, 1989. Mémento, Technique de l'eau, Tome1, Publi. Signement. Dist. Lavoisier, Technique et documentation, Paris, 249p.
2. B.DUSSALT, 1996. Etude des eaux continentales. Gauthiers-villars. Paris, 678p.
3. C. BLIEFERT & R. PERRAUD R, 2001. Chimie de l'environnement, eau, air, sol et déchets, De Boeck Université, Paris, 477p.
4. D. NAHIMANA, 2007. Nutrient dynamic and production in the northen lake Tanganyika. Thèse de Doctorat, 134p.
5. D.CALAMALI & H.NEAVE, 1994. Revue de la pollution dans l'environnement aquatique africain. Document technique du CPCA n°25, Rome, 129p.
6. DEGREMONT, 1989 : Mémento Technique de l'eau. Tome 1. Technique et documentation. Paris, 1459p.
7. F.ROMADE, 2007 : Introduction à l'Ecotoxicologie. Fondement et Applications. Paris, 689p.
8. G.CYRIL & G.HENRI. Le traitement des eaux de distribution, Eyrolles, Paris 1973.
9. J. RODIER, 1984. L'Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, 7^{è} édition, Dunod, Paris, 1365p.
10. J. RODIER, 2005. L'Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, 8^{è} édition, Dunod, Paris, 1384p.
11. LAURA S. : Chimie des milieux aquatiques. Chimie des eaux naturelles et des interfaces dans l'environnement, 3^{è} édition, Paris 2000.

12.N.NIANG. Directives de qualité pour l'eau de boisson. Séminaire de l'OMS, Bruxelles, 1989.

13.O.ATTEIA, 2005. Chimie et pollution des eaux souterraines. Technique et documentation. Paris, 398p.

14.R. BALBAULT, 2000. Ecologie générale: structure et fonctionnement de la biosphère. 5ème édition, Dunod, Paris, 326p.

15.R. VILAGINES, 2000. Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie, Technique et documentation, 2ème édition, Paris, 198p.

Annexes

ANNEXE 1 : Critères d'appréciation globale de la qualité d'eau des rivières, (ANNON ,1989)

	1 A	1B	2	3
Conductivité (µs/cm) à 20°C	≤400	400-750	750 à 1500	1500-300O
T(°C)	≤20	20-22	22-25	25-30
Ph	6,5-8,5	6,5-8,5	6-9	5,5-9,5
MES en mg/l	≤30	≤30	≤30	30-70
O_2 en mg/l	>7	5-7	3-5	<3
NH_4^+ en mg/l	≤0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8
NO_3^- en mg/l	_	_	< 44	44-100

Classe 1 A : Eaux exemptes de pollution

Classe 1 B : Eaux de bonne qualité

Classe 2 : Eaux de qualité passable

Classe 3 : Eaux de qualité médiocre.

ANNEXE 2 : Echelle de dureté totale (DEGREMONT, 1989)

Degrés français	mg/l	Qualification de l'eau
0-3	0-30	Très douce
3-6	30-60	Douce
6-12	60-120	Moyennement douce
12-18	120-180	Dure
>18	>180	Très dure

Les images suivantes montrent l'abattoir de RUZIBA :

ANNEXE 3. L'abattoir Ruziba (cliché : l'auteur, photo prise le 18/07/2012)



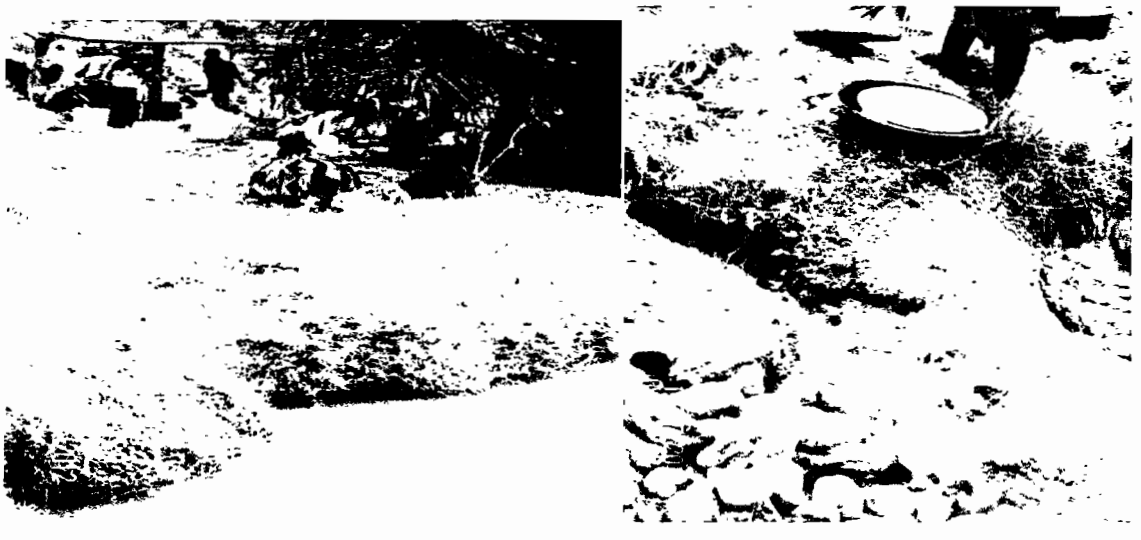
ANNEXE 4. L'abattoir Ruziba (cliché : l'auteur, photo prise le 18/07/2012)



Les images suivantes montrent les deux usines de transformation d'huile :



ANNEXE 5 . Première usine. (cliché : auteur. Photo prise le15/07/2012)



ANNEXE 6 :Deuxième usine (cliché : auteur. Photo prise le15/07/2012)

ANNEXE 7. Les gens de Ruziba à la recherche de l'eau. (Cliché: auteur. Photo prise le15/07/2012)

