

**MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS  
SECONDAIRE, SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

\*\*\*\*\*

**UNIVERSITE DU MALI**

\*\*\*\*\*

**Faculté de Médecine, de Pharmacie  
et d'Odonto-Stomatologie (F.M.P.O.S.)  
BAMAKO**

**Année académique : 1999-2000**

**République du Mali  
Un Peuple - Un But - Une Foi  
\*\*\*\*\***

N° 21

***Etude de qualité des eaux usées de la  
Tannerie de l'Afrique de l'Ouest***

**THESE**

**Présentée et soutenue publiquement le 17 Février 2000  
devant la Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto- Stomatologie**

**Par Mademoiselle Aïssata SEMEGA  
Pour obtenir le grade de Docteur en Pharmacie  
(DIPLOME D'ETAT)**

**JURY**

**Président :** Professeur Ousmane DOUMBIA  
**Membres :** Docteur Benoît Y. KOUMARE  
Monsieur Adama KONATE  
**Directrice :** Mme MAIGA Fatoumata SOKONA

**FACULTE DE MEDECINE, DE PHARMACIE ET D'ODONTO - STOMATOLOGIE**  
**ANNEE UNIVERSITAIRE 1999 - 2000**

**ADMINISTRATION**

DOYEN : **MOUSSA TRAORE** – PROFESSEUR

1<sup>ER</sup> ASSESSEUR : **AROUNA KEITA** – MAITRE DE CONFERENCES AGREGE

2<sup>EME</sup> ASSESSEUR : **ALFOUSSEYNI AG MOHAMED** – MAITRE DE CONFERENCES AGREGE

SECRETAIRE PRINCIPAL : **YENIMEGUE ALBERT DEMBELE** – MAITRE DE CONFERENCES AGREGE

AGENT COMPTABLE : **YEHIHA HIMINE MAIGA** – CONTROLEUR DE TRESOR

**LES PROFESSEURS HONORAIRES**

Mr Aliou BA

Mr Bocar SALL

Mr Souleymane SANGARE

Mr Yaya FOFANA

Mr Mamadou L. TRAORE

Mr Balla COULBALY

Mr Mamadou DEMBELE

Mr Mamadou KOUMARE

Mr Mohamed TOURE

Mr Ali Nouhoum DIALLO

Mr Aly GUINDO

Ophtalmologie

Orthopédie Traumatologie - Secourisme

Pneumo - phtisiologie

Hématologie

Chirurgie Générale

Pédiatrie

Chirurgie Générale

Pharmacognosie

Pédiatrie

Médecine interne

Gastro - Entérologie

**LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT PAR D. E. R. & PAR GRADE**

**D. E. R CHIRURGIE ET SPECIALITES CHIRURGICALES**

**1. PROFESSEURS**

Mr Abdel Karim KOUMARE

Mr Sambou SOUMARE

Mr Abdou Alassane TOURE

Mr Kalilou OUATTARA

Chirurgie Générale

Chirurgie Générale

Orthopédie-Traumatologie, **Chef de D.E.R**

Urologie

**2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES**

Mr Amadou DOLO

Mr Djibril SANGARE

Mr Abdel Kader TRAORE Dif DIOP

Mr Alhousseini Ag MOHAMED

Mr Abdoulaye K. DIALLO

Mr Gangaly DIALLO

Gynéco-Obstétrique

Chirurgie Générale

Chirurgie Générale

O. R. L. **Chef de D. E. R.**

Anesthésie- Réanimation

Chirurgie Viscérale

**FACULTE DE MEDECINE, DE PHARMACIE ET D'ODONTO - STOMATOLOGIE**  
**ANNEE UNIVERSITAIRE 1999 - 2000**

**ADMINISTRATION**

DOYEN : **MOUSSA TRAORE** – PROFESSEUR

1<sup>ER</sup> ASSESSEUR : **AROUNA KEITA** – MAITRE DE CONFERENCES AGREGÉ

2<sup>ème</sup> ASSESSEUR : **ALFOUSSEYNI AG MOHAMED** – MAITRE DE CONFERENCES AGREGÉ

SECRETAIRE PRINCIPAL : **YENIMEGUE ALBERT DEMBELE** – MAITRE DE CONFERENCES AGREGÉ

AGENT COMPTABLE : **YEHIHA HIMINE MAIGA** – CONTROLEUR DE TRESOR

**LES PROFESSEURS HONORAIRES**

Mr Aliou BA

Mr Bocar SALL

Mr Souleymane SANGARE

Mr Yaya FOFANA

Mr Mamadou L. TRAORE

Mr Balla COULIBALY

Mr Mamadou DEMBELE

Mr Mamadou KOUMARE

Mr Mohamed TOURE

Mr Ali Nouhoum DIALLO

Mr Aly GUINDO

Ophthalmologie

Orthopédie Traumatologie - Secourisme

Pneumo – phtisiologie

Hématologie

Chirurgie Générale

Pédiatrie

Chirurgie Générale

Pharmacognosie

Pédiatrie

Médecine interne

Gastro – Entérologie

**LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT PAR D. E. R. & PAR GRADE**

**D. E. R. CHIRURGIE ET SPECIALITES CHIRURGICALES**

**1. PROFESSEURS**

Mr Abdel Karim KOUMARE

Mr Sambou SOUMARE

Mr Abdou Alassane TOURE

Mr Kalilou OUATTARA

Chirurgie Générale

Chirurgie Générale

Orthopédie-Traumatologie, **Chef de D.E.R**

Urologie

**2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES**

Mr Amadou DOLO

Mr Djibril SANGARE

Mr Abdel Kader TRAORE Dit DIOP

Mr Alhousseïni Ag MOHAMED

Mr Abdoulaye K. DIALLO

Mr Gangaly DIALLO

Gynéco-Obstétrique

Chirurgie Générale

Chirurgie Générale

O. R. L. **Chef de D. E. R.**

Anesthésie- Réanimation

Chirurgie Viscérale

### 3. MAITRES DES CONFERENCES

Mme SY Aïssata SOW  
Mr Salif DIAKITE

Gynéco-Obstétrique  
Gynéco-Obstétrique

### 4. MAITRES ASSISTANTS

Mme DIALLO Fatimata S. DIABATE  
Mr Mamadou TRAORE

Gynéco-Obstétrique  
Gynéco-Obstétrique

### 5. ASSISTANTS CHEF DE CLINIQUE

Mr Abdoulaye DIALLO  
Mr Mamadou L. DIOMBANA  
Mr Sékou SIDIBE  
Mr Abdoulaye DIALLO  
Mr Filifing SISSOKO  
Mr Tiéman COULIBALY  
Mme TRAORE J. THOMAS  
Mr Nouhoum ONGOIBA  
Mr Zanafon OUATTARA  
Mr Zimogo Zié SANOGO  
Mr Adama SANGARE  
Mr Youssouf COULIBALY  
Mr Samba Karim TIMBO  
Mme Konipo Fanta TOGOLA  
Mr Sanoussi BAMANI  
Mr Doulaye SACKO  
Mr Issa DIARRA  
Mr Ibrahim ALWATA  
Mr Sadio YENA

Ophtalmologie  
Stomatologie  
Orthopédie. Traumatologie  
Anesthésie - Réanimation  
Chirurgie Générale  
Orthopédie Traumatologie  
Ophtalmologie  
Anatomie & Chirurgie Générale  
Urologie  
Chirurgie Générale  
Orthopédie - Traumatologie  
Anesthésie- Réanimation  
ORL  
ORL  
Ophtalmologie  
Ophtalmologie  
Gynéco - Obstétrique  
Orthopédie - Traumatologie  
Chirurgie Générale

### D.E.R. DE SCIENCES FONDAMENTALES

#### 1. PROFESSEURS

Mr Daouda DIALLO  
Mr Bréhima KOUMARE  
Mr Siné BAYO  
Mr Gaoussou KANOUTE  
Mr Yéya T. TOURE  
Mr Amadou DIALLO  
Mr Moussa HARAMA  
Mr Ogobara DOUMBO

Chimie Générale & Minérale  
Bactériologie - Virologie  
Anatomie -Pathologie - Histoembryologie  
Chimie analytique  
Biologie  
Biologie **Chef de D. E. R.**  
Chimie Organique  
Parasitologie

#### 2. MAITRES DES CONFERENCES AGREGES

Mr Yénimégué Albert DEMBELE  
Mr Anatole TOUNKARA  
Mr Flabou BOUGOUDOGO

Chimie Organique  
Immunologie  
Bactériologie - Virologie

### 3. MAITRES DE CONFERENCES

Mr Massa SANOGO  
Mr Bakary M. CISSE  
Mr Abdrahamane S. MAIGA  
Mr Adama DIARRA  
Mr Mamadou KONE

Chimie Analytique  
Biochimie  
Parasitologie  
Physiologie  
Physiologie

### 4. MAITRES ASSISTANTS

Mr Mahamadou CISSE  
Mr Sékou F. M. TRAORE  
Mr Abdoulaye DABO  
Mr N'yenigue Simon KOITA  
Mr Abdrahamane TOUNKARA  
Mr Amadou TOURE  
Mr Ibrahim I. MAIGA  
Mr Benoît KOUMARE  
Mr Moussa Issa DIARRA  
Mr Amagana DOLO  
Mr Kaourou DOUCOURE

Biologie  
Entomologie médicale  
Malacologie, Biologie Animale  
Chimie organique  
Biochimie  
Histoembryologie  
Bactériologie- Virologie  
Chimie Analytique  
Biophysique  
Parasitologie  
Biologie

### 5. ASSISTANTS

Mr Mounirou BABY  
Mr Mahamadou A. THERA

Hématologie  
Parasitologie

## D. E. R. DE MEDECINE ET SPECIALITES MEDICALES

### 1. PROFESSEURS

Mr Abdoulaye Ag RHALY  
Mr Mamadou K. TOURE  
Mr Mahamane MAIGA  
Mr Baba KOUMARE  
Mr Moussa TRAORE  
Mr Issa TRAORE  
Mr Mamadou M. KEITA

Médecine Interne  
Cardiologie  
Néphrologie  
Psychiatrie, **Chef de D. E. R.**  
Neurologie  
Radiologie  
Pédiatrie

### 2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Mr Toumani SIDIBE  
Mr Bah KEITA  
Mr Boubacar DIALLO  
Mr Dapa Aly DIALLO  
Mr Somita KEITA  
Mr Hamar A. TRAORE  
Mr Moussa Y. MAIGA

Pédiatrie  
Pneumo-Phtisiologie  
Cardiologie  
Hématologie  
Dermato-Leprologie  
Médecine Interne  
Gastro-entérologie

### 3. MAITRES ASSISTANTS

Mr Abdel Kader TRAORE  
Mr Mamadou DEMBELE  
Mr Mamady KANE

Médecine Interne  
Médecine Interne  
Radiologie

### 4. ASSISTANTS CHEFS DE CLINIQUE

Mr Bou DIAKITE  
Mr Bougouzié SANOGO  
Mr Saharé FONGORO  
Mr Bakoroba COULIBALY  
Mme Tatiana KEITA  
Mr Kassoum SANOGO  
Mr Seydou DIAKITE  
Mme Habibatou DIAWARA  
Mr Diankiné KAYENTAO  
Mme TRAORE Mariam SYLLA  
Mr Mamadou B. CISSE  
Mr Arouna TOGORA  
Mme SIDIBE Assa TRAORE  
Mr Siaka SIDIBE  
Mr Adama D. KEITA

Psychiatrie  
Gastro-entérologie  
Néphrologie  
Psychiatrie  
Pédiatrie  
Cardiologie  
Cardiologie  
Dermatologie  
Pneumo-Physiologie  
Pédiatrie  
Pédiatrie  
Psychiatrie  
Endocrinologie  
Radiologie  
Radiologie

### 5. ASSISTANT

Mr Cheik Oumar GUINTO

Neurologie

## D. E. R. DES SCIENCES PHARMACEUTIQUES

### 1. PROFESSEUR

Mr Boubacar Sidiki CISSE

Toxicologie

### 2. MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

Mr Arouna KEITA  
Mr Ousmane DOUMBIA

Matière Médicale  
Pharmacie Chimique

### 3. MAITRES DE CONFERENCES

Mr Boukassoum HAIDARA  
Mr Elimane MARIKO

Législation  
Pharmacologie, Chef de D. E. R.

### 4. MAITRES ASSISTANTS

Mr Drissa DIALLO  
Mr Alou KEITA  
Mr Ababacar I. MAIGA  
Mr Yaya KANE

Matières Médicales  
Galénique  
Toxicologie  
Galénique

## D. E. R. DE SANTE PUBLIQUE

### 1. PROFESSEUR

Mr Sidi Yaya SIMAGA Santé publique, **Chef de D. E. R**

### 2. MAITRE DE CONFERENCES AGREGE

Mr Moussa A. MAIGA Santé Publique

### 3. MAITRES DE CONFERENCES

Mr Yanick JAFFRE Anthropologie  
Mr Sanoussi KONATE Santé Publique

### 4. MAITRES ASSISTANTS

Mr Bocar G. TOURE Santé Publique  
Mr Adama DIAWARA Santé Publique  
Mr Hamadoun SANGHO Santé Publique  
Mr Massambou SACKO Santé Publique

## CHARGES DE COURS & ENSEIGNANTS VACATAIRES

Mr N'Golo DIARRA	Botanique
Mr Bouba DIARRA	Bactériologie
Mr Salikou SANOGO	Physique
Mr Bakary Y. SACKO	Biochimie
Mr Sidiki DIABATE	Bibliographie
Mr Boubacar KANTE	Galénique
Mr Souleymane GUINDO	Gestion
Mme DEMBELE Sira DIARRA	Mathématiques
Mr Modibo DIARRA	Nutrition
Mme MAIGA Fatoumata SOKONA	Hygiène du Milieu
Mr Arouna COULIBALY	Mathématiques
Mr Mamadou Bocary DIARRA	Cardiologie
Mr Mahamadou TRAORE	Génétique
Mr Souleymane COULIBALY	Psychologie Médicale

## ENSEIGNANTS EN MISSION

Pr. A.E. YAPO	BIOCHIMIE
Pr. M.L. SOW	MED. LEGALE
Pr. Doudou BA	BROMATOLOGIE
Pr. M. BADIANE	PHARMACIE CHIMIQUE
Pr. Babacar FAYE	PHARMACODYNAMIE
Pr. Eric PICHARD	PATHOLOGIE INFECTIEUSE
Pr. Mounirou CISSE	HYDROLOGIE
Dr. G. FARNARIER	PHYSIOLOGIE

**DEDICACES**



## Je dédie ce travail

- A Allah le tout puissant.
- A mon Père

Les mots ne suffiront pas à exprimer ce que tu es et continues à représenter pour moi.

La réalisation de ce travail est le fruit de l'effort que tu as consenti pour mon éducation.

- A ma Mère

Tu as toujours été mon premier réconfort. Sans ton soutien moral et logistique ce travail aurait été très pénible.

Cette dédicace est l'expression de mon affection très profonde.

Que le tout puissant t'accorde une longue vie afin que tu puisses savourer le fruit de tes efforts.

- A la mémoire de ma sœur

Je n'oublierai jamais tes sages conseils

Que la terre te soit légère. Repose en paix Nana.

- A mes sœurs Kandji et Binta

Merci pour cet amour fraternel que vous m'avez toujours témoigné

Que ce travail soit considéré comme le vôtre.

- A mes Tantes, Oncles, Cousins et Cousines

Merci pour l'attention que vous m'avez toujours accordée

Soyez assurés de mon affection.

- A Abdoulaye DIAKITE

Ta tendre affection ne m'a jamais manqué. Durant tout mon cycle tu es resté pour moi un réconfort constant.

Que le tout puissant nous aide toujours.

# REMERCIEMENTS

## REMERCIEMENTS

- A Hamet CISSE

Pour vos conseils tant utiles qui m'ont accompagné tout le long de mes études. Soyez assuré de ma considération et de ma reconnaissance.

- A Moutaga SY et Famille

Pour vos conseils et encouragements. Trouvez ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

- A Alou Traoré

Toute ma reconnaissance et mon attachement pour les efforts inlassables que vous n'avez cessés de fournir pour ma formation.

- A Mr Mqmdou CISSE, Dr Moussa Issa DAIRRA et Dr Ababacar MAIGA.

Pour votre collaboration, votre grande disponibilité surtout ;  
Pour vos conseils si précieux. Soyez assurés de ma reconnaissance.

- A Toute ma promotion

Nous avons passé des temps inoubliables ensemble.  
Que Dieu nous réserve des très belles surprises dans votre vie.

- A Tout le personnel du Laboratoire National de la Santé.

Sans votre forte contribution, nous ne pourrions réaliser ce travail. Je n'oublierai jamais votre constante disponibilité.

- A mes Ami (es)

Pour votre gentillesse et votre soutien moral. Soyez assurés de ma sincère reconnaissance et de ma disponibilité.

- A ma sœur Assétou MAGUIRAGA dite Niameï et son Mari

Votre aide et votre soutien moral m'ont permis d'affronter les dures épreuves durant mon cycle. J'en suis très reconnaissante.

- A Feu Dr Moussa Baba COULIBALY

Toute ma reconnaissance pour différents efforts que vous avez fournis à mon égard.  
Que le tout puissant vous accueille dans sa demeure.

- A ma Cousine et amie jumelle M<sup>elle</sup> Guéda MAGUIRAGA.

Pour ton soutien moral et ton amitié sincères ;

Que Dieu nous préserve l'entente et la compréhension qui a toujours existé entre nous.

- A tout le personnel de la T. A. O.

Pour votre collaboration

- A tous ceux qui m'ont soutenu et aidé dont je n'ai pas pu citer les noms...

## Aux membres du Jury !

- A notre Maître et Président du Jury

**Professeur Ousmane DOUMBIA,**

Maître de conférence agrégé en chimie thérapeutique à la faculté de Médecine, de pharmacie et d'odonto-stomatologie.

Directeur du laboratoire National de la santé.

C'est un honneur que vous nous faites en acceptant la présidence de notre Jury de thèse malgré vos multiples occupations.

Au cours de notre séjour dans votre service, vous avez cultivé en nous le sens du travail bien fait et la rigueur dans la démarche scientifique.

Veuillez accepter, cher maître nos sentiments d'estime et de haute considération.

- A notre maître et Juge

**ADAMA KONATE,**

Directeur National des industries.

Vous avez bien voulu accepter de juger ce travail.

Nous tenons à vous remercier pour votre disponibilité constante et pour vos conseils éclairés.

Trouver ici l'expression de notre profond respect.

- A notre Maître et Juge

**Docteur Benoit y. KOUMARE,**

Maître assistant de chimie analytique à la Faculté de Médecine, de pharmacie et d'odonto-stomatologie.

Pharmacien chef de la pharmacie de l'hôpital du point G.

Au cours de cette étude nous avons apprécié vos conseils si précieux.

Veuillez accepter, cher maître l'assurance de notre profonde reconnaissance.

**A notre Maître et Directrice de thèse Mme Maïga Fatoumata Sokona ,**

Ingénieur de Génie Sanitaire spécialisée en sciences de l'environnement  
chargée, des cours d'hygiène du milieu à la faculté de Médecine,

chargée du Programme Eau – Assainissement à la Représentation de l'O.M.S  
au Mali .

Nous nous réjouissons de la confiance que vous avez placée en nous, en  
nous acceptant comme élève.

Vous nous avez inspiré le sujet de cette thèse, et apporté les corrections  
nécessaires à ce travail .

Vous êtes toujours restée disponible et c'est le moment de vous rendre cet  
hommage mérité.

Votre gentillesse et vos qualités humaines ne nous ont jamais fait défaut.  
Permettez nous de vous témoigner notre reconnaissance la plus sincère.

## **ABREVIATIONS**

**CDN** : Conductivité

**°c** : Degré Celsius

**DBO** : Demande Biochimique en Oxygène

**DCO** : Demande Chimique en Oxygène

**E. N. SUP** : Ecole Normale Supérieure

**MES** : Matières en Suspension

**µs/cm** : Microsiemens par centimètre

**mg/l** : Milligramme par litre

**ml** : Millilitre

**N** : Normalité

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**O<sub>2</sub>** : Oxygène

**S<sup>2-</sup>** : Sulfures

**TDS** : Solides Totaux dissous

**T. A. O** : Tannerie de l'Afrique de l'Ouest

**T°** : Température

# Sommaire

## INTRODUCTION

### *Première partie*

#### I. Généralités sur la pollution des cours d'eaux

1. Définition	3
2. Classification des polluants	3
2.1 Les polluants biologiques	3
2.1.1 Les organismes libres	3
2.1.2 Les agents pathogènes	4
2.1.2.1 Les virus	4
2.1.2.2 Les parasites	4
2.2 Les polluants chimiques	6
2.2.1 Les sels minéraux	6
2.2.2 Les composés toxiques	7
2.2.2.1 Les composés minéraux toxiques	7
2.2.2.2 Les polluants organiques toxiques	7
a- Les pesticides	7
b- Les détergents	9
2.3 Les polluants radioactifs	10
3. Etude de quelques caractéristiques physico-chimiques de l'eau	11

#### II. Les Normes

1. Normes de qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau de consommation	22
2. Normes de rejet	24
2.1 Normes Maliennes	24
2.2 Normes d'autres pays	25

#### III. La tannerie de l'Afrique de l'ouest

1. Structures et locaux	28
2. Réseau d'alimentation en eau	29
3. Système d'évacuation des eaux usées de la T.A.O.	29
3.1 Les eaux vannes	29
3.2 Les eaux usées industrielles	29
4. Les déchets solides	32

#### IV. Système de transformation de la peau utilisé par la T.A.

O	32
---	----



1. Généralités sur les systèmes de transformation des peaux en cuir	32
1.1 Les opérations de pretannage	32
1.2 Les opérations de tannage	33
1.3 Les opérations de Post-tannage	34
2. Le système de transformation de la peau utilisé par la T. A. O.	34

## *Deuxième Partie :*

<b>I- Méthodologie</b>	<b>41</b>
	<b>41</b>
1. Lieux des prélèvements	42
2. Période d'étude	43
3. Prélèvements des échantillons	44
4. Lieu des analyses	44
5. Matériels et Méthodes analytiques utilisés	44
5.1 Matériels utilisés	44
5.2 Méthodes analytiques utilisées	44
	<b>59</b>
<b>II- Résultats</b>	<b>77</b>
	<b>77</b>
<b>III- Discussions</b>	<b>77</b>
	<b>78</b>
1. Contraintes et insuffisances de l'étude	78
2. Analyse et interprétation	
<b>IV- Conclusion et Recommandations</b>	<b>95</b>
<b>Bibliographie</b>	
<b>Annexes</b>	

# **INTRODUCTION**

## INTRODUCTION

La pollution de l'environnement est un phénomène qui préoccupe le monde entier. Devant le nombre d'accidents spectaculaires, la communauté toute entière a pris conscience des dangers qui peuvent nuire la santé en organisant le sommet mondial sur l'environnement à Rio de Janeiro en juin 1992.

L'augmentation rapide de la densité de peuplement résultant de l'urbanisation et des progrès techniques rend chaque jour plus massifs et plus complexes le problème de pollution.

L'industrie connaît un essor considérable parallèlement à la démographie. On assiste à une prolifération d'unités de productions industrielles qui entraîne une demande de plus en plus importante d'eau favorisant une augmentation considérable des rejets liquides.

L'évacuation non contrôlée de ces rejets liquides entraîne la pollution des eaux de surface et souterraines et propage également des maladies.

En plus de la quantité d'eaux usées rejetées, les rejets industriels contiennent des éléments très toxiques. Ils peuvent s'accumuler dans le phytoplancton puis dans la chaîne alimentaire de la faune aquatique pour parvenir aux consommateurs.

Dans les pays développés, des mesures législatives et techniques ont été adoptées et appliquées.

La pollution de l'eau est particulièrement aiguë dans les pays en développement en raison de l'absence ou de l'insuffisance de règlements adaptés pour contrôler les émissions polluantes.

Dans ces pays, il n'y a pas suffisamment d'égouts, de canaux de drainage ou d'installations de traitement des eaux usées.

Au Mali les mesures législatives qui existent ne sont pas appliquées correctement, il s'agit notamment :

- la Loi n° 91-017/AN-RM du 27 février 1990 fixant le régime de l'eau ;
- la Loi n° 91-047/AN-RM du 23 février 1991 relative à la protection de l'environnement et du cadre de vie ;
- la Loi n°92-013/AN-RM du 17 septembre 1992 portant institution d'un système national de normalisation et de contrôle de qualité ;

- le Décret n°95-325/P-RM du 14 septembre 1995 portant modalités d'application de la loi n°91-047/AN-RM du 23 février relative à la protection de l'environnement et du cadre de vie.

En plus de ces textes, quelques études ont été réalisées sur la qualité de l'eau :

- Touré S.M. en 1986 (24) ;
- Niangaly A. en 1987 (9) ;
- Sidibé M. en 1992 (22) ;
- Semeguem S. en 1994 – 1995 (21) ;
- Touré AN en 1996 (23).

Sans avoir la prétention de faire le bilan de la pollution industrielle nous nous sommes intéressés aux rejets des tanneries, particulièrement la Tannerie de l'Afrique de l'Ouest (T.A.O) qui présente les caractéristiques d'une industrie polluante :

- de part la quantité de l'effluent, mais aussi ;
- le caractère toxique de certains produits chimiques utilisés.

Compte tenu de toutes ces considérations, nous nous sommes fixés comme :

**Objectif général :**

- Déterminer à partir des caractéristiques physico-chimiques le niveau de rejet actuel des eaux usées de la Tannerie de l'Afrique de l'Ouest.

**Objectifs spécifiques :**

- Evaluer la qualité des eaux usées de la Tannerie de l'Afrique de l'Ouest;
- Déterminer la qualité de l'effluent rejeté par la Tannerie de l'Afrique de l'Ouest ;
- Evaluer la qualité de l'eau du fleuve Niger, au point de confluence en amont et en aval par rapport au point de rejet de la T.A.O. ;
- Evaluer l'efficacité du traitement existant ;
- Faire des propositions d'amélioration.

**PREMIERE PARTIE**

## **I- GENERALITES SUR LA POLLUTION DES COURS D'EAU**

### **1- Définition de la pollution**

La pollution des eaux dans son sens le plus large est définie comme « tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico-chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines » (4).

### **2- Classification des polluants**

Selon leur origine, les polluants des eaux de surface se divisent en 3 grands groupes :

- Les polluants biologiques
- Les polluants chimiques
- Les polluants radioactifs.

#### **2.1- Polluants biologiques**

Composés d'organismes libres et d'agents pathogènes.

##### **2.1.1- Les organismes libres**

Parmi les organismes libres présents dans l'eau, ceux qui importent sont le plancton et les macro-invertébrés.

Les planctons, organismes microscopiques ou très petits vivants essentiellement en suspension dans l'eau se composent de zooplancton et de phytoplancton.

Le zooplancton composé de rotifères, cladocères, de copépodes, de vers, de larves de certains insectes aquatiques ou de poissons, tandis que le phytoplancton regroupe les champignons et algues.

Les larves d'insectes aquatiques, les crustacées et les gastéropodes constituent la classe des macro-invertébrés.

Les macro invertébrés sont susceptibles de réduire l'efficacité des systèmes de traitement et de provoquer des réactions de refus chez les usagers.

Les organismes formant le plancton jouent un rôle très important dans la qualité de l'eau distribuée parce qu'ils en perturbent le traitement. Ils produisent des substances toxiques et hébergent les germes pathogènes pour l'homme.

Il s'avère que de plus en plus des substances toxiques produites par certaines algues des réseaux de distribution peuvent avoir des répercussions néfastes sur la santé publique (10).

La prolifération des algues dans les réseaux d'alimentation en eau peut altérer les qualités organoleptiques et contrarier le traitement en accroissant la demande en chlore, ce qui peut altérer la saveur et l'odeur.

Le développement anarchique des plantes aquatiques (jacinthes) dans les cours d'eau entraîne une obstruction des voies de communication, gêne la pêche et constitue abris et nourriture pour les vecteurs des maladies.

En Inde, aux Philippines et aux USA, des expériences ont montré une corrélation entre une forte concentration d'algues bleues et des épidémies de gastro-entérites chez l'homme. (10)

### **2.1.2- Les agents pathogènes**

Ils comprennent les virus, les bactéries, parasites. Les plus courants sont liés au péril fécal.

#### **2.1.2.1- les virus**

Les virus les plus préoccupants en matière de transmission par l'eau des maladies infectieuses sont essentiellement ceux qui se multiplient dans l'intestin ou entérovirus. Ils pénètrent essentiellement dans l'eau par les effluents des égouts ou la contamination directe par la matière fécale. Les entérovirus peuvent produire un large éventail de syndromes, notamment les éruptions cutanées, la fièvre, les gastro-entérites, la méningite, les affections respiratoires et des hépatites.

Les affections asymptomatiques sont fréquentes mais rares sont les manifestations graves.

Lorsque l'eau de boisson est infectée par les égouts, deux maladies peuvent atteindre les proportions d'une épidémie : la gastro-entérite et l'hépatite infectieuse.

#### **2.1.2.2- les parasites**

C'est surtout le milieu physique (retenue d'eau, canal, ...) et les caractéristiques physico-chimiques qui créent des conditions propices à la prolifération des vecteurs et hôtes intermédiaires de parasites. Parmi les parasites pathogènes pour l'homme et qui sont transmissibles par l'eau les plus importants sont les protozoaires et les helminthes.

##### **❖ les protozoaires**

Parmi les protozoaires intestinaux pathogènes pour l'homme et transmissibles par l'eau de boisson, on peut citer Entamoeba histolytica, Giardia ssp et Balantidium coli respectivement agents étiologiques de l'amibiase, giardiose et de la balantidiase.

Tous ces protozoaires ont été associés à des manifestations épidémiques dues à l'eau de boisson.

Les infections hydriques dues à ces organismes sont presque toujours associées à des activités récréatives plutôt qu'à l'eau de boisson. Bien que la plupart des infections dues à Entamoeba histolytica soient asymptomatiques ou ne provoquent que des symptômes mineurs, des cas mortels peuvent survenir (10).

Cliniquement, les infections dues à Entamoeba histolytica se manifestent d'ordinaire par des gastro-entérites dont les symptômes vont d'une diarrhée légère à une grave dysentérie sanglante. L'abcès du foie est la complication métastatique la plus courante.

Quant aux symptômes de la giardiose, ils vont de l'entérite légère à la diarrhée chronique accompagnée d'affections asymptomatiques. Les stades aiguës, subaiguës et chroniques de l'infection ont été décrits, mais on n'a pas signalé de cas de mortalité dus à Giardia ni chez l'homme, ni chez l'animal. Enfin, la balantidiase se manifeste par une dysentérie aiguë sanglante, mais l'homme peut également devenir porteur asymptomatique.

#### ❖ Les helminthes

Une grande diversité d'œufs et de larves d'helminthes ont été décelés dans l'eau de boisson. Ils ne sont pas essentiellement véhiculés par l'eau. Il est nécessaire de les différencier.



**Tableau 1** : Helminthes pouvant être transmis par l'eau de boisson (10) :

Grandes catégories de groupes	Noms
Trématodes (Douve)	Fasciola gigantica Fasciola hepatica Fasciolopsis buski Schistosoma haematobium Schistosoma intercalatum Schistosoma japonicum Schistosoma mansoni Schistosoma makongi
Cestodes (Tenias)	Echinococcus granulosus Echinococcus multilocularis Hymenolepis nana Multiceps sp Spirometra mansoni Spirometra mansonoïdes Spirometra proliferum Spirometra theileri Taenia solium
Nématodes (Vers ronds)	Ancylostoma brasiliense Ancylostoma duodenale Ascaris lumbricoïdes Dracunculus medinensis Enterobius vermicularis Necator americanus Strongyloïdes stercoralis Toxocara spp Trichuris trichiura Uncinaria stenocephala

## 2. 2- Les polluants chimiques :

Ils comprennent les sels minéraux et les composés toxiques. Ce sont des polluants majeurs des cours d'eau par leur abondance et leurs effets biologiques.

### 2.2.1- Les sels minéraux

Les plus couramment rencontrés dans la pollution des eaux sont : les nitrates, les phosphates, sulfates, nitrites, bicarbonates, fluorures, etc.

Les principales sources mises en cause sont :

- les effluents industriels et urbains ;
- le lessivage des terres cultivées renfermant des engrais ;
- la nature des terrains traversés.

La conséquence de la pollution par les sels minéraux la plus préoccupante est le phénomène de l'eutrophisation.

Le phénomène de l'eutrophisation se déroule en deux phases :

- Au cours de la première phase, les sels minéraux assurent une grande fertilité du milieu. Les phytoplantons et les phanérogrammes se multiplient anarchiquement, les masses végétales mortes vont s'accumuler au fond des eaux .
- La seconde phase apparaît avec les conséquences néfastes du phénomène.

Ainsi les bactéries aérobies assurent la dégradation des matières organiques, il se crée une demande d'oxygène secondaire. Dans ce cas on parle de pollution caractérisée par une désoxygénation des eaux sauf dans des parties superficielles où la photosynthèse est active.

### **2.2.2- Les composés toxiques**

Ils sont soit minéraux, soit organiques.

#### **2.2.2.1- Les composés minéraux toxiques**

Ce sont essentiellement :

- les métaux lourds
- les minéraux d'origine agricole
- les minéraux d'origine industrielle.

#### **2.2.2.2- Les polluants organiques toxiques**

Ce sont principalement les pesticides et détergents.

##### **a- Les pesticides**

On désigne généralement les pesticides comme des produits utilisés pour lutter contre les organismes portant atteinte à la santé publique ou s'attaquant à tous les stades et de toutes les manières aux ressources végétales ou animales nécessaires à l'alimentation humaine, à l'industrie ou encore à la conservation de l'environnement (20).

D'après leurs usages, les pesticides sont classés de la manière suivante : les insecticides, les fongicides, les nematocides, les rodenticides, les herbicides, les acaricides, etc.

Suivant les caractéristiques chimiques, les pesticides peuvent être classés comme suit dans le cas de l'étude des problèmes d'eau :

- les composés organiques chlorés que ce soient des insecticides (Dichloro Diplényl Trichloroéthane, Lindane, ...) ou des herbicides dérivés chlorés de phenoxyacides (Acide 2-4 Dichloro phenoxyacide) ;
- les organophosphorés utilisés comme insecticides (parathion, malathion, ...)
- les composés organiques ou organométalliques dont les molécules comportent des groupements fonctionnels très variés comme les dérivés de l'urée, des triazines employés comme herbicides, des carbamates et des dithiocarbamates utilisés comme insecticides ou fongicides.

Les sources de pollution : Ce sont :

- les industries fabricant les pesticides ;
- l'utilisation des pesticides en agriculture et santé publique ;
- le lessivage des terrains traités par les eaux de pluie.

Aspect sanitaire :

Les conséquences néfastes dues aux pesticides sont liées aux caractères suivants :

- Permanence et stabilité chimique conduisant à une accumulation dans les chaînes alimentaires ;
- Rupture de l'équilibre naturel.

En plus de la toxicité aiguë et la toxicité à long terme, il faut tenir compte des actions cancérogènes, mutagènes et tératogènes de certains pesticides.

De très faibles doses d'insecticides absorbées chaque jour peuvent être stockées dans l'organisme et avoir un effet cumulatif.

Les pesticides organophosphorés ont une toxicité aiguë plus grande pour l'homme et les mammifères que les pesticides organochlorés. Cependant, la molécule qui les constitue a tendance à s'hydrolyser et de ce fait, ils posent à long terme moins de problèmes de toxicité chronique.

La présence des organochlorés dans l'eau nécessite plus d'attention car ces produits sont beaucoup plus stables que les autres en milieu aqueux.

## b- Les détergents

### - Définition :

On a l'habitude de désigner par détergent (du latin « detergere » : nettoyer), les produits susceptibles de permettre des opérations de nettoyage.

Les détergents sont des composés tensioactifs synthétiques dont la présence dans les eaux est due aux rejets d'effluents urbains et industriels.

### - Classification

Chaque tensioactif a deux parties : hydrophile et lipophile.

On distingue selon la nature du groupement polaire hydrophile :

\* Les surfactifs anioniques : représentent la très grande majorité des produits utilisés pour le nettoyage. Les plus répandus étant ceux d'origine pétrolière (alkylsulfates, alkylsulfonates et alkylarylsulfates).

\* Les surfactifs cationiques : possèdent un ou plusieurs groupements fonctionnels qui, en solution aqueuse, fournissent des ions chargés positivement. Dans la pratique ces agents de surface sont généralement des chlorures d'amines ou des dérivées d'ammonium quaternaire. Ils sont peu employés comme détergents. Ils servent au mordantage et au matage des tissus.

\* Les surfactifs non ioniques : constitués par des molécules renfermant des groupements hydroxylés hydrophiles et des groupements lipophiles.

Les groupements hydroxylés hydrophiles ne s'ionisent pas en solution.

Exemple : Tween, spans , etc.

\* Les surfactifs amphotères : ils s'ionisent suivant les conditions du milieu avec les caractéristiques d'un agent de surface anionique ou cationique.

### - Nuisances des détergents :

Les nuisances créées par l'utilisation des détergents sont :

- L'apparition de goût de savon ;
- Formation de mousses qui freine le processus d'épuration naturelle ou artificielle ;
- Ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau, même en absence de mousses, par création d'un film interfacial.

### 2.3- Les polluants radioactifs

Il existe plusieurs types de rayonnement :

- les rayons alpha ont un pouvoir de pénétration faible et sont arrêtés par la couche superficielle de la peau ;
- les rayons bêta traversent quelques centimètres de tissus ;
- les rayons gamma sont de nature électromagnétique.

Dans le biotope naturel, il existe une quantité de rayonnement d'origine cosmique ou terrestre. En effet, il y a des radioéléments naturels dont l'uranium, le radium, le thorium de la croûte terrestre et des radioisotopes biogènes  $^{40}\text{K}$  (potassium),  $^{14}\text{C}$  (carbone).

Les sources de pollution sont essentiellement les installations nucléaires.

La difficulté sur le plan écologique de la pollution radioactive est due au fait que le seul moyen de faire disparaître la radioactivité est de laisser l'élément se désintégrer spontanément.

#### Classification écologique des éléments radioactifs

Les radioéléments sont classés en fonction de leur temps de désintégration et de leur capacité d'intégration à la matière vivante :

- les radionucléïdes à période brève et ceux à période longue. Ces éléments sont moins offensifs car soit ils disparaissent vite (1 à 2 jours), soit ils libèrent de faibles quantités de radiations ;
- les radionucléïdes à période moyenne sont plus dangereux car ils ont le temps de s'accumuler dans l'organisme et la chaîne trophique. Leur période de désintégration va d'une semaine à quelques années.
- les radioisotopes des constituants fondamentaux de la matière vivante ( $^{14}\text{C}$  (carbone),  $^{32}\text{P}$  (potassium),  $^{40}\text{Ca}$  (calcium), ...) sont les plus redoutables parce qu'ils sont biogènes. Certains éléments radioactifs présentent des similitudes avec les constituants fondamentaux de la matière vivante. Ce sont :  $^{137}\text{Cs}$  (cesium) avec le potassium et  $^{90}\text{Sr}$  (strontium) avec le calcium.  $^{90}\text{Sr}$  s'accumule dans l'os tandis que  $^{137}\text{Cs}$  (cesium) s'accumule dans les muscles et à l'intérieur des cellules.

### **3- Etude de quelques caractéristiques physico-chimiques de l'eau**

L'étude ne concerne que les caractéristiques physico-chimiques ayant fait l'objet d'évaluation au cours de notre travail.

#### **3.1- pH :**

Le pH d'une eau représente son acidité ou son alcalinité.

Le pH des eaux naturelles est lié à la nature des terrains traversés. Dans la plus part des eaux naturelles, le pH dépend de l'équilibre carbonate, bicarbonate et anhydride carbonique.

Les eaux très calcaires ont un pH élevé et celles provenant de terrains pauvres en calcaire ou siliceuse ont un pH voisin de 7.

Le traitement de l'eau de boisson peut modifier sensiblement la concentration de l'ion hydrogène.

Un pH élevé peut conduire à des dépôts incrustants dans les circuits de distribution.

De plus lorsque le pH est supérieur à 8 il y a diminution progressive de l'efficacité de la décontamination microbienne par le chlore.

Le pH est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau. Il intervient dans ces phénomènes avec d'autres paramètres comme la dureté, l'alcalinité, la température...

#### **Aspects sanitaires :**

Le pH étant si intimement lié à d'autres aspects de la qualité de l'eau, il est difficile de savoir s'il existe une relation directe entre lui et la santé.

Certes, le pH agit indirectement sur la santé dans la mesure même où il influe sur les différents procédés du traitement destiné à éliminer les virus, les bactéries et autres organismes nocifs. L'OMS préconise pour l'eau destinée à la consommation humaine un pH compris entre 6,5 et 8,5.

La directive des Communautés Européennes précise que l'eau ne doit pas être agressive et indique comme niveau guide  $6,5 \leq \text{pH} \leq 8,5$  avec une valeur maximale de 9,5 (20).

La valeur du pH compatible avec la vie des poissons est comprise entre 5 et 9. Cependant pour la plus part des espèces aquatiques la zone de pH favorable se situe entre 6 et 7,2 (20).

Toutefois cette valeur ne doit pas être séparée de celle des autres paramètres : la température et l'oxygène dissous.

### 3.2- La température :

L'OMS ne donne pas de valeur guide concernant la valeur de la Température.

Pratiquement la température de l'eau n'a pas d'incidence directe sur la santé de l'homme.

L'élévation de la température s'accompagne d'une modification de la densité, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface, d'une diminution de la solubilité des gaz.

L'augmentation de la température favorise aussi l'auto épuration et accroît la vitesse de sédimentation, ce qui peut présenter un intérêt dans les stations d'épuration.

Les élévations de température peuvent être nuisibles pour les poissons, favoriser la mortalité de certaines espèces et le développement d'autres.

### 3.3- La conductivité :

La conductivité de l'eau est une mesure de sa capacité à conduire le courant électrique. La mesure de la conductivité permet d'apprécier rapidement mais très approximativement la minéralisation de l'eau et d'en suivre l'évolution.

La relation existante entre minéralisation et conductivité selon la réglementation française (20) est :

Conductivité	Minéralisation
0 – 100 $\mu\text{s/cm}$	minéralisation très faible
100 – 200 $\mu\text{s/cm}$	minéralisation faible
200 – 333 $\mu\text{s/cm}$	minéralisation moyenne accentuée
333 – 666 $\mu\text{s/cm}$	minéralisation accentuée
666 – 1000 $\mu\text{s/cm}$	minéralisation importante
> 1000 $\mu\text{s/cm}$	minéralisation élevée

Une conductivité électrique de l'eau supérieure à 1 500  $\mu\text{s/cm}$  fait considérer une eau comme inutilisable dans les zones irriguées.

### 3.4- Les solides totaux dissous :

Ils sont constitués essentiellement par les produits minéraux dissous. Ces corps dissous ont pour origine :

- le lessivage naturel des roches de caractéristiques géologiques différentes ;
- l'apport des eaux usées des villes et unités industrielles.

Un des aspects importants de la présence des matières dissoutes dans l'eau de boisson est leur effet sur le goût.

La sapidité de l'eau est évaluée comme suit :

- Excellente < 300 mg/l
- Bonne 300 - 600 mg/l
- Passable 600 - 900.
- Mauvaise 900 – 1200 mg/l
- Inacceptable > 1 200mg/l

Ces considérations gustatives ont fait adopter une valeur indicative de solides totaux dissous de 1 000 mg/l (11).

Aucun effet physiologique nuisible n'ait été enregistré à des teneurs > à 1 000 mg/l. Dépasser ce niveau recommandé serait inacceptable en règle générale .

### 3.5- Les sulfates :

La plupart des sulfates exceptés ceux du Plomb et du Barium sont hydrosolubles. Cette solubilité est considérée comme permanente bien que certains microorganismes peuvent les réduire en sulfure.

Les principales sources de pollution sont :

- les rejets industriels
- l'anhydride sulfureux atmosphérique (SO<sub>2</sub>).

Les sulfates sont très peu présents dans les eaux douces. Mais au Canada, aux USA et en Europe qui sont plus industrialisés des teneurs de 20 – 50 mg/l se rencontrent dans les eaux de distribution (11).



### Aspects sanitaires

Chez l'homme l'absorption des sulfates est faible tandis que leur élimination est rapide.

Des doses de 1 à 2 g provoquent des effets purgatifs légers chez l'adulte et une dose de 21 mg/kg chez les nourrissons.

L'organisme humain s'adapte avec le temps à des concentrations plus élevées en sulfates de l'eau de boisson (11).

Les seuils de détection gustative sont :

200 – 250 mg/l  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

250 – 900 mg/l  $\text{CaSO}_4$

400 – 600 mg/l  $\text{MgSO}_4$

La valeur indicative dans l'eau de boisson selon l'OMS est 400 mg/l de sulfates.

### **3.6- Les sulfures :**

Les sulfures et le sulfure d'hydrogène susceptibles d'être rencontrés dans les eaux peuvent provenir soit d'eaux usées soit de pollutions industrielles (usines chimiques, papeteries, tanneries...).

Dans les eaux bien aérées et oxygénées, les sulfures se transforment rapidement en sulfates.

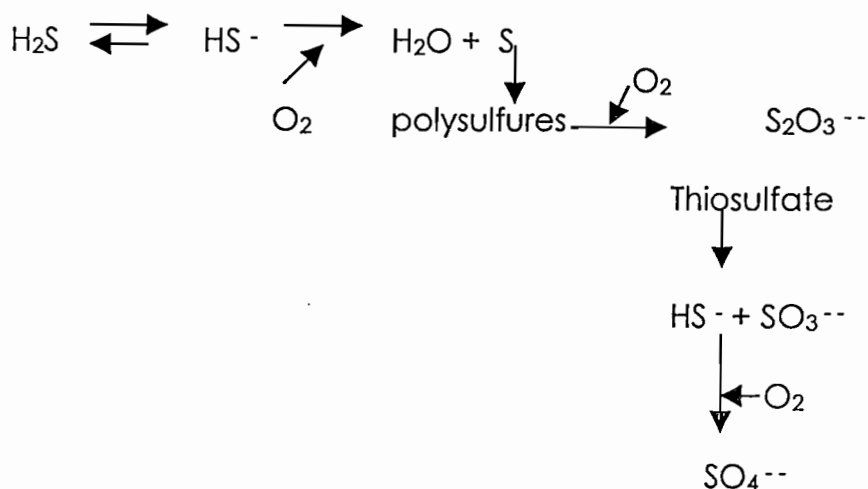


Schéma 1 : Métabolisme du sulfure d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{S}$ ) (6).

Les sulfures se trouvent dans bon nombre d'aliments crus ou cuits. Les teneurs dans les produits alimentaires n'ayant pu être complètement déterminées, il n'a pas été possible d'estimer l'ingestion quotidienne par voie alimentaire des sulfures.

### **Aspects sanitaires :**

Les sulfures alcalins sont absorbés rapidement au niveau de l'intestin.

Dans le sang et les tissus, le sulfure d'hydrogène passe à l'état de sulfure alcalin, il est excrété par les reins et les poumons.

L'excrétion se fait encore par les reins lorsque les sulfures sont oxydés en sulfates et thiosulfates. L'hydrogène sulfureux réagit avec les métalloprotéines (fer et cuivre) et les protéines contenant un pont disulfure, cette réaction est responsable des manifestations toxiques du sulfure d'hydrogène. (6).

Les sulfures alcalins irritent l'épithélium des muqueuses, leur ingestion orale provoque des nausées, vomissements et des douleurs épigastriques (12).

Le sulfure d'hydrogène ne doit pas être détectable organoleptiquement dans les eaux destinées à la consommation humaine (20).

Les seuils gustatifs et olfactifs du sulfure d'hydrogène en solution sont estimés de 0,05 - 0,1 mg/l et pour les autres sulfures à environ 0,2 mg/l (11).

### **3.7- Le chromé :**

Le chrome est un métal utilisé de plus en plus industriellement. Ses dérivés ont de multiples applications chimiques et industrielles.

Certains de ses dérivés peuvent entraîner des intoxications aiguës ou chroniques (10).

#### **- Les dérivés toxiques :**

La toxicité du chrome est dominée par son état ionique ; les différents ions sous lesquels le chrome peut se présenter :

**Valence II :** CrO anhydre chromeux de type basique qui donne les sels dits chromeux instables.

**Valence III :** Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dit sesquioxyde de chrome de type amphotère donnant avec :

- ♦ Les acides : les sels chromiques bleus.
- ♦ Les bases : les chromites.

**Valence IV** :  $\text{Cr}_2\text{O}_4$  dit peroxyde de chrome.

**Valence VI** :  $\text{Cr}_2\text{O}_6$  ou  $\text{CrO}_3$  dit anhydride chromique de type acide donnant l'eau et les bases : l'Acide chromique, les chromates neutres et les bichromates qui sont des sels industriels les plus importants.

**Valence VII** :  $\text{Cr}_2\text{O}_7$  dit anhydride perchromique de type acide donnant des dérivés très instables.

Seuls nous intéressent les dérivés des valences III et VI ; les autres sont sans intérêt sur le plan toxicologique.

#### **- Présence et aspects sanitaires :**

La présence du chrome est le plus souvent liée aux rejets industriels (ateliers de galvano plastie, de tannage...).

Chez l'homme quelques microgrammes de chrome sont considérés comme utiles pour l'équilibre du métabolisme du glucose, des protéines et des lipides mais ses mécanismes d'action ne sont pas encore totalement élucidés (12).

Certains auteurs indiquent que ce métal aurait un effet protecteur contre l'artériosclérose. Les quantités de chrome absorbées par jour varient très largement avec l'alimentation. Toute fois il ne semble pas que l'absorption du chrome alimentaire constitue un risque cancérigène (11). Il y a peu d'études sur les niveaux du chrome dans l'air. D'après les valeurs relevées, l'air des villes contient en moyenne  $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Cependant dans les zones fortement industrialisées des valeurs plus élevées ont été enregistrées (11).

En ce qui concerne le chrome contenu dans les cigarettes on a cité une valeur de 1,4 mg par cigarettes dont une partie est inhalée et absorbée.

L'intoxication aiguë se traduit par une tubulonéphrite parfois compliquée d'une hépatite avec ictère.

L'intoxication chronique à caractère professionnel développe des lésions cutanées nasales et des muqueuses avec des atteintes de l'appareil respiratoire (Asthme, Bronchite, Cancer broncho-pulmonaire...).

#### **Métabolisme :**

Le chrome est absorbé à la fois par l'appareil digestif et par l'appareil respiratoire. Les quantités absorbées diffèrent selon l'appareil et selon la valence du chrome.

Le chrome trivalent est indispensable à l'organisme humain tandis que le chrome hexavalent est toxique.

Le Chrome trivalent est mal absorbé : ses sels le sont à raisons de 0,1 % à 1,2 % les auteurs ne s'accordent pas sur les taux d'absorption au niveau de l'appareil digestif, les valeurs exactes ne sont pas connues. Aucune donnée quantitative n'existe sur le taux d'absorption chrome hexavalent au niveau de l'appareil respiratoire (11).

Le chrome se répartit inégalement et en faibles quantités dans les tissus où sa concentration décroît avec l'âge sauf dans les poumons.

Les plus fortes accumulations se trouvent, chez l'homme, dans la peau, les muscles et graisses.

L'excrétion se fait essentiellement par les urines (80 %) et un peu par les fèces(11) .

### **3.8- Les nitrates et nitrites :**

Les nitrates et nitrites sont associés du fait que la transformation réciproque de l'un en l'autre s'opère par des bactéries du sol et de l'eau. Les nitrates proviennent de l'oxydation complète de l'azote organique et les nitrites de l'oxydation incomplète.

Les principales sources de pollution sont :

- l'utilisation des engrais
- l'industrie chimique
- l'industrie alimentaire.

La teneur en nitrates dans l'eau est généralement plus élevée que celles des nitrites.

Une forte concentration en nitrites indique une pollution d'origine organique.

### **Métabolisme :**

Les nitrates et nitrites sont bien absorbés par l'organisme au niveau du grêle et l'excrétion se fait par les reins.

L'exposition à des teneurs fortes en nitrates augmente la concentration des nitrites salivaires.

La réduction des nitrites est optimale à  $p^H > 4,6$  cette plage s'obtient chez les enfants et les malnutris.

### Effets sur la santé :

L'action des nitrites a 2 conséquences :

- La méthémoglobinémie
- La formation des nitrosamines.

Les nitrites oxydent l'hémoglobine en méthémoglobine pigment inapte au transport de l'oxygène. On parle de méthémoglobinémie quand le taux de la méthémoglobine atteint 10% de l'hémoglobine. Elle devient mortelle quand le taux est supérieur à 20 %.

Dans certains pays, l'utilisation de l'eau fortement chargée en nitrates dans la préparation des aliments pour bébé a provoqué une méthémoglobinémie mortelle chez ces derniers.

En milieu acide ( $\text{pH} = 1$  et  $5$  :  $\text{pH}$  stomacal normal), les nitrites réagissent avec les amines primaires, secondaires et tertiaires généralement d'origine alimentaire pour donner des nitrosamines réputés cancérigènes (11).

On retrouve dans les eaux polluées par des matières fécales des composés azotés :  $\text{NH}_3$  ,  $\text{NO}_2^-$  ,  $\text{NO}_3^-$  , alors que la présence d'ammoniac indique une pollution récente ou un milieu dépourvu d'oxygène. Les nitrates indiquent une pollution plus ancienne.

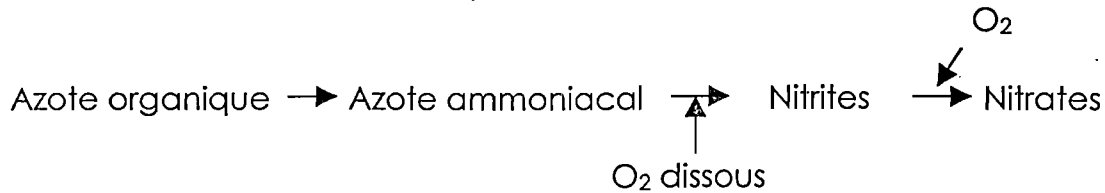
Les nitrates sont utilisés comme indicateur de pollution aussi ils jouent le rôle de fertilisant pour les plantes puisque c'est essentiellement sous la forme  $\text{NO}_3^-$  que les plantes assimilent l'azote.

Associés aux phosphates, les nitrates favorisent la croissance parfois exagérée de flore aquatique et peuvent entraîner une eutrophisation des fleuves et des lacs.

### 3.9- L'azote ammoniacal :

L'ammoniaque se présente sous forme ionisée  $\text{NH}_4^+$  et non ionisée  $\text{NH}_3$ . L'azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique.

En général l'ammoniaque se transforme assez rapidement en nitrites et nitrates par oxydation.



L'azote ammoniacal des eaux superficielles peut avoir pour origine :

- la matière végétale des cours d'eau
- la matière organique animale ou humaine
- les rejets industriels
- les engrais.

Sa présence est à rapprocher des autres éléments azotés identifiés dans l'eau : nitrates, nitrites et les résultats de l'examen bactériologique.

L'oxydation biologique de l'ammoniaque peut développer des zones aérobies dans certaines parties des réseaux de distribution, entraîner aussi des goûts désagréables et provoquer la corrosion des conduites. L'ammoniaque présente aussi l'inconvénient de nécessiter une augmentation de la consommation en chlore lors de la désinfection.

La directive de la CEE indique une valeur maximale de 0,5 mg/l, un niveau guide de 0,05 mg/l comme teneur de l'ammonium dans l'eau destinée à la consommation humaine.

En ce qui concerne la toxicité de l'azote pour la faune piscicole d'eau douce, il est reconnu que ce n'est pas  $\text{NH}_4^+$  mais  $\text{NH}_3$  qui est toxique et la dose toxique dépend de la température et du pH. Elle peut être calculée à partir de la formule suivante :

$$\text{NH}_3 = \text{NH}_4^+ \times \frac{1}{1 + 10^{(10 - \text{pH} - 0,03t)}} \quad t = \text{température}$$

L'augmentation de la température diminue légèrement la toxicité, par contre les fortes teneurs en  $\text{CO}_2$  et les faibles teneurs en oxygène l'accroissent.

La présence permanente d'ammoniaque à faible dose crée une certaine accoutumance des poissons à la toxicité. L'exposition répétée avec des intervalles de temps courts peut conduire à une toxicité cumulative. L'élimination à partir de l'organisme étant lente, le seuil de sensibilité à long terme quelque soit la vie piscicole est de 0,3 mg/l de  $\text{NH}_3$ .

En dessous d'une concentration de 0,1 mg/l de  $\text{NH}_3$  il ne se passe rien généralement mais le seuil de sécurité se situe aux environs de 0,02 à 0,04 mg/l de  $\text{NH}_3$  (20).

### **3.10- Les matières en suspension:**

La teneur et la composition minérale et organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables selon les cours d'eau. Elles sont fonction de la nature des terrains traversés, de la saison, des rejets.

En fait tous les cours d'eau contiennent des matières en suspension et des teneurs de quelques mg/l ne posent pas de problèmes majeurs.

Cependant des teneurs élevées peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'O<sub>2</sub> dissous et limiter alors le développement de la vie aquatique, en créant des déséquilibres entre les diverses espèces.

L'asphyxie des poissons, par colmatage des branchies est souvent la conséquence d'une teneur élevée en matières en suspension. D'une façon générale, les matières en suspension interviennent dans la composition de l'eau par leurs effets d'échanges d'ions ou d'adsorption, aussi bien sur les éléments chimiques à l'état de traces que sur les micro-organismes.

En particuliers, les argiles et les particules organiques ayant, une large surface d'adsorption constituent un support idéal pour les ions, les molécules diverses et les agents biologiques. De ce fait, ils peuvent constituer un vecteur pour la pénétration de ces produits dans l'organisme.

La directive des communautés européennes préconise que les MES doivent être absentes dans l'eau destinée à la consommation humaine.

### **3.11- Demande biochimique en oxygène:**

La DBO est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques biodégradables contenues dans l'eau.

L'oxydation des composés organiques biodégradables par les micro-organismes entraîne une consommation d'oxygène.

La mesure de cette demande en oxygène permet d'évaluer le contenu d'une eau en matières organiques biodégradables donc son degré de pollution ou sa qualité.

La dégradation des composés glucidiques, lipidiques et protidiques se traduit dans un 1<sup>er</sup> temps, par une décomposition des chaînes carbonées. Celle-ci commence immédiatement et dure environ 20 jours et demande beaucoup de temps. Dans ces conditions il a été retenu conventionnellement d'exprimer la DBO<sub>5</sub> en mg d'oxygène consommé pendant 5 jours à 20°C.

La DBO<sub>5</sub> indique l'influence probable des eaux usées sur les cours d'eau récepteurs, du point de vue de la réduction de leur teneur en oxygène.

Pour être complète, l'oxydation demande un temps de 21 à 28 jours ; on obtient alors les DBO<sub>21</sub> et DBO<sub>28</sub>.

#### Les facteurs influençant la DBO :

- ♦ si le pH est hors des limites 6,5 à 8,3, la DBO mesurée ne correspond qu'à une fraction de la DBO réelle.
- ♦ les variations de température affectent tous les processus biologiques.
- ♦ Les micro-organismes doivent être en nombre assez suffisant.
- ♦ Si le milieu est pauvre en sels nutritifs (dérivés azotés et phosphatés), la DBO devient trop faible.

Les eaux usées domestiques contiennent une alimentation équilibrée mais il n'en est pas de même pour toutes les eaux usées industrielles.

- ♦ Les substances inhibitrices ont un effet toxique sur l'activité des micro-organismes.

La présence accidentelle de métaux lourds comme le cuivre, le chrome, le cadmium même en quantité faible peut inhiber l'action des bactéries.

NB : Dans l'interprétation des résultats, il faut tenir compte de ces facteurs qui peuvent augmenter ou diminuer la DBO<sub>5</sub>.

#### Normes :

Bien qu'il n'existe pas de norme pour l'eau potable, la DBO<sub>5</sub> ne doit pas avoir une valeur significative. Les eaux superficielles qui ont pratiquement une DBO de quelques milligrammes par litre devraient subir un traitement adapté au niveau de concentration.

Ainsi la Directive des communautés européennes prévoit pour les eaux superficielles destinées à la consommation d'eau alimentaire, que pour un traitement physique simple et de contamination microbienne la valeur guide doit être inférieure à 3 mg/l d'O<sub>2</sub> que pour un traitement normal physique et chimique avec décontamination microbienne la valeur guide doit être inférieure à 5 mg/l O<sub>2</sub> et que si le traitement précédent est complété par un affinage, la valeur guide doit être < 7 mg/l O<sub>2</sub>.

Dans un milieu nettement pollué, de faibles valeurs de DBO<sub>5</sub> peuvent être liées à la présence d'éléments toxiques inhibiteurs.



### **3.12- Demande chimique en oxygène:**

La DCO correspond à la teneur de l'ensemble des matière organiques que celles-ci aient un caractère biodégradable ou non.

Elle s'exprime par la quantité d'O<sub>2</sub> fournie par le bichromate de potassium et nécessaire à l'oxydation des substances organiques (protéines, glucides, lipides...) présentes dans les eaux résiduaires.

Cependant, d'une façon générale, les composés azotés ainsi que certains noyaux aromatiques et certaines chaînes aliphatiques peuvent échapper à l'oxydation.

Les différences obtenues par la DCO et la DBO constituent une indication de l'importance des matières organiques peu ou pas biodégradables.

La Directive des communautés européennes prévoit une valeur guide de 30 mg/l d'oxygène (le traitement à appliquer est du type physico-chimique avec décontamination microbienne et affinage).

## **II- LES NORMES**

### **1- Normes de qualité des eaux brutes utilisées pour production d'eau de consommation**

Généralement les eaux brutes utilisées pour la production d'eau de consommation humaine sont des eaux de surface ou eaux superficielles.

L'eau brute doit obéir aux normes définies par la réglementation en vigueur sous réserve qu'un nombre suffisant d'échantillons soit examiné (95% des résultats conformes (20).

Si un des paramètres dépasse la concentration limite autorisée il y a absence de conformité aux normes établies. Cependant une limite de qualité est imposée aux eaux brutes.

Au Mali, il n'existe pas de normes de qualité des eaux brutes ; par contre des textes législatifs sont adoptés contre leur pollution. Par ailleurs ces mesures législatives qui existent ne sont pas appliquées totalement.

L'une des principales sources d'approvisionnement en eau potable du Mali est le fleuve Niger. Ce fleuve joue un grand rôle dans l'économie nationale. Sa protection est indispensable à l'amélioration de la santé publique ; donc l'adoption de normes s'impose.

Dans le cadre de notre étude nous nous intéressons aux éléments physico-chimiques qui ont fait l'objet d'analyse.

Nous donnons ci-dessous les normes françaises, qui peuvent être des références (extrait du décret 3 Janvier 1989 modifié par les décrets du 10 Avril 1990 et 7 Mars 1991).

**Tableau 2 : Qualité des eaux brutes utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine**

<u>Paramètres</u>	<u>Unité</u>	<u>Limite acceptable</u>
Température	°C	25
PH		-
MES	mg/l	-
TDS	mg/l	-
Chrome	mg/l	0,05
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	4
Sulfures	mg/l	-
Sulfates	mg/l	250
DCO	mg/l	-
DBO <sub>5</sub>	mg/l	-
Nitrates	mg/l	50

**Tableau 3 : Qualité des eaux de surface**

(Extrait du décret 3 Janvier 1989 modifié par les décrets du 10 Avril 1990 et 7 Mars)

Concentration en mg/l	Directive Européenne	Application en droit français des directives européennes Q = Débit de rejet- valeur guide
Température	-	30°C
PH	-	5,5-8,5
MES	-	35 si Q>15 kg/j sinon 100
TDS	-	
Chrome	0,05	0,05 si Q>5g/j
Ammonium	0,05	
Sulfures	-	
Sulfates	250	
D. C. O	-	125 si Q>100kg/j sinon 300
D. B. O <sub>5</sub>	-	30 si Q>30kg/j sinon 100
Nitrates	50	

**2- Les normes de rejet****2.1- Normes Maliennes**

Des textes législatifs sont adoptés dans le cadre de la pollution des eaux dont :

- la Loi N°90-17/AN-RM fixant le régime des eaux. Elle stipule dans son article 21 que « sont interdits les déversements directs ou indirects des eaux usées dans les eaux du domaine public et qui sont susceptibles de porter atteinte au milieu naturel, à la santé publique, à celle des animaux et des plantes, à la flore et à la faune aquatiques ».
- le Décret N°95-325/P-RM portant modalités d'application de la loi N°91/AN-RM précise dans ses articles 7, 8 et 9 que le déversement des ordures, des déchets toxiques, des eaux résiduaires industrielles sous quelque forme que ce soit sont strictement interdits dans les cours d'eau, les caniveaux, les lacs, les étangs, sur les rives ou les proximités et dans les eaux destinées à la réalimentation des nappes d'eaux souterraines.

Les eaux usées engendrées par les travaux artisanaux, industriels et miniers doivent être obligatoirement traitées avant déversement de façon à éviter la pollution des eaux de surface et des eaux souterraines.

En ce qui concerne les normes de rejet, il n'en existe pas actuellement dans la législation malienne bien que les unités industrielles se créent chaque jour. Or les eaux usées de la plus part de ces unités sont généralement déversées dans les cours d'eau, eaux superficielles sans traitement préalable.

Des projets de normes sont en cours d'élaboration, mais il est temps que des normes de rejet soient adoptées et appliquées strictement.

## **2.2- Normes d'autres pays**

Nous avons réuni dans ce tableau la situation pour treize (13) pays.



**Tableau 5 : Les valeurs indicatives extrêmes et moyennes des normes de rejet de 13 pays**

Paramètres	Valeurs indicatives	
	Limites	Moyennes
Température °C	30 – 65	47,5
pH	5 – 10	7,5
Matières en suspension (MES) mg/l	20 – 100	60
Solides totaux dissous mg/l	< 1000-2000	1500
Chrome mg/l	0,2 – 50	25,01
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	0,1 – 30	15,05
Sulfures mg/l	0 – 10	5
Sulfates mg/l	1500	1500
Demande chimique en oxygène (DCO) mg/l	75 – 120	87,5
Demande biochimique en oxygène (DBO) mg/l	5– 60	32,5

### **III- LA TANNERIE DE L'AFRIQUE DE L'OUEST**

Située dans la commune II du District de Bamako, la zone industrielle est limitée :

- au Nord par les rails de la Régie des Chemins de Fer ;
- au Sud par le fleuve Niger ;
- à l'Est par le marigot de banconi ;
- à l'Ouest par le quartier de Quinzambougou.

La Tannerie de l'Afrique de l'Ouest est située dans cette zone (coté sud) face à Balingué II.

Créée le 20 juillet 1993 par arrêté n° 93/4189 du 16 juillet 1993, la T. A. O. est une unité industrielle et commerciale qui s'occupe :

- du Tannage des peaux (ovins et caprins) ;
- de l'exportation des cuirs.

L'usine fonctionne 24 heures sur 24 heures réparties entre 3 groupes dont 8 heures de travail par jour pour chacun des groupes.

La T. A. O. est une société anonyme ayant au capital dont :

- 90% Espagnol
- 10% Malien.

#### **1- Structures et locaux**

L'administration est assistée de 5 sections dirigées par des chefs de section.

- Section produits chimiques
- Section peaux brutes
- Section I et II qui s'occupent des opérations de pretannage et tannage ;
- Section III qui s'occupe des opérations de postannage ;
- La section maintenance

Menuiserie  
Mécanique  
Maçonnerie  
Plomberie.

En plus des bâtiments abritant la direction , la Tannerie de l'Afrique de l'Ouest (T. A. O.) comprend :

- un atelier de maintenance
- une salle de peaux brutes
- une autre salle de peaux brutes et produits chimiques
- un hall dans lequel se déroulent toutes les opérations de production du cuir en bleu ;

Ce hall est muni de deux grandes portes : l'une faisant à la porte d'entrée de l'usine et l'autre à l'atelier de séchage.

A l'entrée du hall (c'est à dire la porte qui fait face à la porte d'entrée de l'usine) se fait la réception, la collection et le découpage des peaux.

Ce hall a un drain central souterrain, qui reçoit toutes les eaux usées issues des opérations de production du produit fini. Ensuite les eaux usées sont drainées dans les différents bassins de traitement.

- un atelier de séchage : c'est une salle bien aérée, où sont étalées les peaux traitées et stockés certains produits chimiques.

## **2- Réseau d'alimentation en eau**

La Tannerie de l'Afrique de l'Ouest dispose de deux réseaux d'alimentation en eau :

- un réseau d'eau potable ou réseau extérieur alimenté par l'EDM (Energie du Mali).
- un réseau d'eau souterraine ou réseau intérieur alimenté par un forage implanté dans l'enceinte de l'usine. Ce réseau intérieur est uniquement utilisé pour la fourniture d'eau nécessaire aux opérations de traitement des peaux. A cet effet une station de pompage munie d'une pompe alimente un château d'eau de 40 m<sup>3</sup>.

## **3- Le système d'évacuation des eaux usées de la T. A. O.**

### **3.1- Les eaux vannes :**

Ce sont les eaux provenant des douches et toilettes. Ces eaux sont évacuées dans une fosse septique. Les eaux vannes sont évacuées à l'aide d'une pompe dans les bassins de traitement des eaux usées industrielles. Les matières de vidange sont aspirées par les camions spiros et déversées ensuite dans les champs et ravins etc...

### **3.2- Eaux usées industrielles**

Après les procédés de transformation de la peau, les eaux usées sont acheminées par un drain souterrain divisé en deux compartiments jusqu'au bac de relevage:

Il existe :

- un compartiment pour eaux non chromées et
- un compartiment pour eaux chromées.



### - Bac de relevage :

Le bac de relevage est divisé en deux compartiments (eaux chromées et eaux non chromées). Ces compartiments communiquent entre eux. Actuellement dans le compartiment eaux non chromées, il existe une pompe immergée fonctionnant automatiquement suivant le niveau d'eau. Dans l'autre, la pompe immergée est absente, raison pour laquelle les deux compartiments ont été reliés.

### - Bassin répartiteur

Composé de deux compartiments dont l'un surélevé et l'autre constituant le trop plein.

Les eaux du bassin surélevé sont évacuées directement dans le réservoir d'homogénéisation alors que celles du trop plein sont évacuées vers le bassin de sédimentation.

### - Bassin de sédimentation

Les eaux du bassin répartiteur (trop plein) sont drainées vers le bassin de sédimentation en vue d'une décantation primaire. Un dosimètre permet la mesure quotidienne du pH et du chrome, d'après le plan conceptuel. Malheureusement le dosimètre n'est pas fixe et la mesure quotidienne ne s'effectue pas.

### - Réservoir d'homogénéisation

Conçu au départ pour rendre l'effluent homogène et pour assurer la constance du débit, ce bassin est devenu un simple décanteur à cause de la non fonctionnalité de l'aérateur.

### - Bassin de décanteur primaire

Ce bassin reçoit les eaux usées provenant du réservoir. Il a pour rôle de décanter et de débarrasser l'effluent des matières organiques en suspension. Ce taux de clarification est amélioré selon le plan technique par l'utilisation d'un coagulant. Actuellement la T. A. O n'utilise plus de coagulant pour cette tâche.

### - Bassins aérobies I

Anaérobies au départ (plan conceptuel), les deux bassins reçoivent l'effluent du décanteur primaire. Actuellement la digestion des matières se fait en aérobies par dépôt de boues au fond des bassins.

### - Bassin aérobie II

Il permet de favoriser la décantation en clarifiant les effluents mieux que les bassins aérobie (I)

### - Bassins de maturation :

Les eaux usées du bassin aérobie I sont acheminées ensuite dans les bassins de maturation, qui sont au nombre de trois.

Classiquement après ces bassins, l'effluent est jeté dans le fleuve Niger.

### - Système filtrant

Composé de deux filtres et constitué essentiellement de matériaux filtrant, le système filtrant permet la filtration des eaux usées provenant des différents bassins de maturation .

**Filtre 1 :** Comprend :

- une première colonne de filtration ;
- un compartiment de pierres poreuses ;
- un compartiment de charbon ;
- u compartiment de moellons ;
- une deuxième colonne de filtration.

**Filtre 2 :** Comprend :

- une première colonne de filtration ;
- un compartiment de sable ;
- et une deuxième colonne de filtration.

### - Regard de contrôle :

Après filtration l'eau est évacuée dans un petit bassin ou regard de contrôle grâce à une canalisation . Après ce regard de contrôle l'eau est rejetée dans le fleuve par l'intermédiaire de drains enterrés.

Au cours de notre étude des constats suivants ont été faits :

- tous les bassins (décanteur primaire, sédimentation, homogénéisation, aérobie, maturation) sont remplis de poils, de morceaux de chair, de boue .
- un mélange net des eaux : chromées et non chromées
- la pompe aspirant les eaux chromées du bac de relevage étant supprimée ou en panne, les autorités de T. A. O. ont préférés communiquer les compartiments entre eux.
- le système filtrant (doté de tous ces matériaux de filtration) est souvent colmaté, dans ce cas l'eau est rejetée dans le dernier regard en contournant les filtres.
- les matériaux filtrants sont aussi souvent enlevés, dans ce cas l'eau est évacuée dans le regard de contrôle sans filtration,,
- rarement les deux filtres fonctionnent simultanément.

N.B. : le schéma du système d'évacuation des eaux usées de la T.A.O. est en annexe.

#### **4- Les déchets solides :**

Ils sont constitués essentiellement de poils, de chair, de morceaux de cuir, et de peaux issus respectivement de l'épilage, de l'écharnage, du dérayure et du découpage.

D'une part, on retrouve les poils et chair dans les eaux car après épilage et écharnage les eaux sont évacuées dans un drain central souterrain ne présentant ni tamis, ni grilles. Ainsi poils et chairs sont retrouvés dans les différents bassins de traitement de l'usine. Ces déchets peuvent être source du mauvais fonctionnement des bassins.

D'autre part les morceaux de peaux et de cuir sont ramassés et déposés dans la cour de l'usine et leur évacuation est assurée par la voirie deux fois par semaine.

Les morceaux de peaux déposés sur le sol dégagent de mauvaises odeurs dues à la putréfaction de la matière organique par les micro organismes. En plus des mauvaises odeurs dégagées, les morceaux de peaux peuvent provoquer la prolifération des mouches, vecteurs de nombreuses maladies.

### **IV- SYSTEME DE TRAITEMENT DE LA PEAU UTILISE PAR LA T.A.O.**

#### **1- Généralités sur les systèmes de traitement des peaux en cuir :**

le traitement des peaux en cuir fini fait intervenir une série d'opérations impliquant plusieurs processus physiques et chimiques.

Les principales opérations classiques de tannage de nombreuses tanneries du monde entier peuvent se résumer comme suit :

##### **1.1- Les opérations de prêtannage**

###### **1.1.1- Trempage :**

Elle est la première étape de fabrication du cuir. Elle consiste à réhydrater les peaux séchées et éliminer le sang, les protéines solubles.

### **1.1.2- Epilage – pelanage :**

L'épilage est une opération de tannerie permettant de séparer les poils de la peau proprement dite alors que le pelanage est une opération destinée à provoquer une hydrolyse alcaline du collagène afin de le défibrer et de conférer ainsi au cuir une certaine souplesse.

### **1.1.3- Echarnage :**

Opération de fabrication du cuir qui a pour but l'élimination du tissu sous cutané, des graisses et des chairs adhérant encore à la peau.

Cette opération s'effectue grâce à l'action mécanique d'un cylindre à lames coupantes.

### **1.1.4- Déchaulage/ confitage :**

Le déchaulage est une opération destinée à éliminer la chaux avant tannage par action des acides minéraux ou organiques ou des sels de ces acides.

Le confitage encore appelé traitement enzymatique de la peau lors de la fabrication du cuir, est destiné à parfaire l'élimination des résidus épidermiques et à détruire plus ou moins les fibres élastiques.

Déchaulage / confitage est une opération de neutralisation de la peau en vue de la préparer pour le tannage.

## **1.2- Les opérations de tannage :**

### **1.2.1- Picklage :**

C'est l'opération au cours de laquelle les peaux sont acidifiées afin de permettre la pénétration des matières tannantes.

### **1.2.2- Tannage :**

Le tannage est une opération dont le but est de produire un matériel stable, non dégradé par réaction du tannin et le blocage des sites actifs hydrophiles du collagène.

Les différents types de tannage sont :

- Tannage au chrome utilisant les sels de chrome
- Tannage végétal utilisant les tannins naturels pyrogalliques et pyrocatechiques
- Tannage synthétiques utilisant les phénols et polyphénols condensés.

### **1.3- Les opérations de post- tannage**

#### **1.3.1- Essorage :**

Il consiste à extraire l'eau de la peau tannée à l'aide d'uneessoreuse.

#### **1.3.2- Derayure :**

Elle consiste à obtenir des copeaux de cuirs par égalisation de l'épaisseur des cuirs en bleu à l'aide d'un cylindre à lames coupantes.

#### **1.3.3- Teinture :**

Opération de fabrication du cuir au cours de laquelle on lui confère la teinte désirée par traitement avec des matières colorantes naturelles ou synthétiques.

#### **1.3.4- Assouplissage :**

Il se fait à l'aide d'huiles émulsifiantes.

#### **1.3.5- Séchage et finition.**

Le séchage se fait avec la vapeur chaude.

### **2- Le système de transformation de la peau utilisé par la T. A. O.**

La T. A. O. est fournie en peaux (ovins et caprins) :

- Principalement par le Mali à travers des commerçants grossistes de peaux. Ces grossistes sont approvisionnés à leur tour par des chevillards de façon individuelle ou collective.
- Secondairement par la Mauritanie et le Niger.

A la réception, les peaux sont classées suivant la provenance, l'espèce animale (ovins ou caprins), la qualité. Le prix des peaux varie selon l'espèce animale et la qualité.

- la peau fraîche (ovin) est vendue à 1100 f CFA l'unité ;
- la peau sèche (ovin) est vendue à 1000 f CFA l'unité ;
- la peau fraîche (caprin) est vendue à 500f CFA l'unité ;
- la peau sèche (caprin) est vendue à 400 f CFA l'unité .

Après réception, les peaux sont stockées à des tas de 900 à 1800 peaux. Cette collection se fait en tenant compte de la qualité et de l'espèce animale.

## Les procédés technologiques de la T. A. O.

- le découpage
- le trempage
- l'épilage
- l'écharnage
- le déchaulage/confitage
- le picklage
- l'essorage
- la derayure
- le retannage
- la teinture
- l'assouplissage
- le séchage
- la finition

Ces procédés sont utilisés successivement pour obtenir le produit fini appelé cuir fini.

L'utilisation de certains procédés permet l'obtention de produits intermédiaires.

- Peau en tripe : Peau obtenue après élimination des poils de l'épiderme et du tissu sous cutané. On obtient la peau en tripe après déchaulage.
- Cuir en bleu : C'est le cuir à l'état humide tannin au chrome n'ayant pas subi les opérations effectuées en bain après tannage.
- Cuir en stain : Cuir ayant subi les opérations (effectuées en bain et mécaniques) après tannage mais ne possédant pas encore de finition.

**NB** : Au cours de notre étude seul le cuir bleu était produit.

### **2.1- Découpage :**

Après réception , tri et collection, les peaux sont débarrassées des extrémités pour faciliter l'écharnage .

## 2.2-Trempage :

Il consiste à mettre la peau déshydratée (peau séchée) pour conservation dans un volume d'eau connue à 30°C. A la T. A. O. les quantités de produits chimiques et d'eau utilisées sont calculées selon un pourcentage du poids des peaux trempées (voir tableau suivant) :

Pourcentage %	Processus de(trempage)	Temps	Contrôle
100%	Eau à 30°C Ajouter peaux séchés	3 heures	Température 30
0,1	Ajouter Tansel LP Rotation continue	1 heure	
Non connu	Laver Jusqu'à avoir une eau claire		

NB : Pour les peaux fraîches le processus commence au niveau de l'ajout de Tansel LP.

-Tansel LP est un savon.

## 2.3- Epilage :

C'est l'élimination du poil et de l'épiderme suivie d'un défibrage de la peau. Les quantités d'eau et produits chimiques sont dans le tableau suivant :

Pourcentage	Processus	Temps	Contrôle
12 4	Ajouter aux peaux trempées. Sulfure de sodium Chaux éteinte Rotation permanente  Puis rotation intermittente  Laver Vider	1 Heures      10 à 15 minutes toutes les heures pendant 24 heures	

#### **2.4- Echarnage :**

Il consiste à éliminer du tissu sous cutané les graisses et les chairs adhérant encore à la peau.

Les polluants sont surtout les morceaux de chairs et des graisses. Au cours de cette opération, on utilise ni eau, ni produits chimiques.

#### **2.5- Dechaulage- Confitage :**

C'est la neutralisation de la peau en vue de sa préparation au tannage.



Les quantités d'eau et de produits chimiques à ajouter sont dans le tableau suivant :

Pourcentage	Processus	Temps	Contrôle
80	Eau à 30°C Ajouter peaux écharnées Rotation permanente Vider	30 minutes	Contrôle baume
60	Eau à 30/32°C Peroxyde d'hydrogène Rotation continue	Néant 30 minutes	PH= 7,5 - 8,5
0,75	Sulfate d'ammoniaque Rotation continue		
1,25	Oropon OR Rotation continue  Vider	10 minutes	Peaux avec la solution indicateur Universel de PH (7,5 - 8,5)
100	1 <sup>er</sup> lavage avec eau salée • eau • sel Rotation permanente  Vider	15 minutes	Aéromètre de baume (5,5- 6)
100	2 <sup>e</sup> lavage avec eau salée • eau • Sel Rotation	15 minutes	Baume (5,5- 6)
100	Vider Si nécessaire 3 <sup>e</sup> lavage avec eau salée Rotation	15 minutes	Baume (5,5- 6)

## 2.6- Picklage/Tannage :

Le picklage est l'acidification de la peau.

Le tannage est la stabilisation du collagène par blocage des sites actifs hydrophiles.

Les quantités d'eau et de produits chimiques sont dans le tableau suivant :

Pourcentage	Processus	Temps	Contrôle
100	Ajouter aux peaux En tripe Eau salée à 30/31°C *eau *sel		
0,5	Acide formique Rotation	30 minutes	
0,5	Acide formique Rotation	20 minutes	
0,4	Acide formique Rotation	30 minutes	PH (3,3- 4)
3	Salcromo Rotation continue	2 heures	
0,025	Tanacide TBT Rotation	10 minutes	
3	Baychrome A Rotation permanente	6 heures	PH (3,8-4)
0,5	Si nécessaire ajouter Bicarbonate de sodium Rotation	1 heure	PH (3,8- 4)
Non connu	Lavage à eau 30/40°C Rotation Vider	10 minutes	

**NB :** Les processus de trempage et d'épilage se font dans les moulinetes. Par contre le déchaulage/confitage et le picklage /tannage se déroulent dans les tonneaux.

A la fin du picklage / Tannage, on obtient le cuir en bleu encore appelé wet-bleu.

**2.7- Essorage :**

C'est une opération qui consiste à extraire l'eau du cuir en bleu à l'aide d'uneessoreuse.

**2.8- Derayure :**

Elle consiste à donner au cuir en bleu l'épaisseur voulue à l'aide d'un cylindre à lames coupantes.

**2.9- Coupage :**

C'est une opération qui consiste à couper les parties du cuir en bleu non tannées.

**2.10- Classement :**

Les peaux sont classées en tas.

Au cours de notre étude seul le cuir en bleu était produit, les processus cités ci dessus aboutissent à la production du cuir en bleu.

# **DEUXIEME PARTIE**

**I - METHODOLOGIE**

**II- RESULTATS**

**III- DISCUSSIONS**

**IV- CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

### **Mode Opérateur**

- Mettre l'appareil sous tension
- Appuyer sur la touche TDS spécifique aux solides totaux dissous
- Introduire la sonde dans la solution d'échantillon. La profondeur de la solution doit être suffisante pour permettre à la sonde d'être immergée jusqu'au niveau des trous ;
- Agiter verticalement la sonde pour libérer les bulles d'air ;
- Choisir la gamme appropriée ;
- Lire la concentration de TDS sur le cadran après stabilisation.

**NB** : Bien rincer la sonde avec de l'eau déminéralisée après chaque mesure.

#### **5.2.1.4- Les matières en suspension**

Pour la détermination des matières en suspension (MES) trois méthodes sont utilisées :

- la méthode par filtration sur disque filtrant ;
- la méthode par filtration sur couche d'amiante ;
- la méthode par centrifugation.

La méthode par centrifugation est réservée aux cas où les méthodes par filtration ne sont pas applicables par suite de colmatage des filtres.

Si la durée de filtration doit être supérieure à une heure environ, l'utilisation de la méthode par centrifugation est recommandée. Au cours de notre étude c'est la méthode par filtration sur disque filtrant qui a été utilisée.

#### **Méthode par filtration sur disque filtrant**

- **Principe** : Repose sur la séparation des matières en suspension par filtration sur disque filtrant. Le filtre est séché 105°C puis pesé.
- **Mode opératoire**
  - Sécher le disque filtrant à 105°C jusqu'à masse constante ; laisser refroidir dans le dessiccateur et peser.
  - Placer le filtre dans l'entonnoir avec comme support une fiole à vide ; mettre en marche le dispositif d'aspiration ou de pression.
  - Verser progressivement l'échantillon sur le filtre jusqu'à ce que le récipient soit vide, le volume filtré doit être homogène et d'au moins 100 ml ;
  - Rincer le récipient ayant contenu l'échantillon avec 10 ml d'eau distillée et faire passer les eaux de lavage sur le filtre.
  - Laisser essorer et sécher le filtre à 105°C ; refroidir ensuite au dessiccateur et peser.
  - Recommencer les opérations de séchage, de refroidissement et de pesée jusqu'à ce que la masse soit constante.

## **I- METHODOLOGIE**

### **1- Lieux de prélèvements :**

Au cours de notre étude sept (7) points de prélèvement ont été choisis :

- Trois (3) points au niveau du fleuve Niger ;
- Quatre (4) points dans les bassins et filtres de l'usine.

#### **1.1- Sur le fleuve Niger :**

Les points de prélèvements étaient :

##### **- Point de confluence**

Les prélèvements ont été effectués en amont du barrage de Damada. Ce point reçoit toutes les eaux usées industrielles rejetées par l'usine à l'aide d'un égout.

Le point de confluence a été choisi pour évaluer la qualité de l'eau usée juste au contact avec le fleuve.

##### **- En amont à 150 m du point de confluence**

L'eau n'a pas subi les effets du rejet à ce point. Les échantillons prélevés permettent de qualifier l'eau initiale du fleuve Niger.

##### **- En aval du point de confluence**

Ce point se trouve en aval du barrage (précisément à 150 m en aval du barrage).

L'eau usée en contact avec le fleuve est diluée, puis entraînée par la vitesse du courant d'eau.

Les échantillons prélevés ici nous permettent d'apprécier la qualité de l'eau du fleuve avec l'effet de dilution

### **3- Prélèvement des échantillons :**

#### **3.1 - Eaux usées**

##### **- Bac de relevage**

Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'un flacon muni d'une cordelette. Le flacon n'étant pas lesté, la première moitié de l'échantillon est recueillie en surface ce qui permet la descente du flacon de prélèvement, donc son remplissage.

##### **- Au niveau des filtres**

Les prélèvements sont faits directement au niveau des drains de la première colonne de filtration (avant filtre 1) et dernière du filtre 2 (après filtre 2). Au cours de ces prélèvements le flacon est tenu par le fond. L'opérateur doit se protéger les mains avec des gants imperméables.

##### **- Regard de contrôle**

Les échantillons sont prélevés dans le but d'apprécier la qualité de l'eau usée évacuée au fleuve.

Ici le flacon de prélèvement souhaité est le type « Roux » (flacon plat sur les côtés). Ce prélèvement s'effectue en plaçant le flacon sur le côté afin de recueillir une plus grande quantité .

#### **3.2- Eau du fleuve Niger :**

Les prélèvements ont été effectués à l'aide du flacon de prélèvement tenu par l'opérateur.

Ces échantillons d'eau du fleuve ont été prélevés à une profondeur de 40 cm et 1 m de la berge.

Pendant la période de crue, il n'était pas aisé d'atteindre la profondeur et la distance requises par les normes à cause du courant fort.

Tous les prélèvements (eaux usées et eau du fleuve) sont faits à la fréquence d'un prélèvement par mois et par point.

Le transport des échantillons a été assuré en voiture dans un carton non thermostaté.

#### **4- Lieu des analyses :**

Toutes les analyses ont été faites au Laboratoire National de Santé (L. N. S). Créé en 1990 par l'ordonnance N°90-34/P-RM, le LNS est chargé entre autre du contrôle de qualité des médicaments, aliments, boissons et les rejets industriels.

Les caractéristiques physico-chimiques ont été déterminées d'une part en fonction de leur pouvoir indicateur de pollution, et d'autre part en fonction des techniques utilisées et des réactifs disponibles au laboratoire.

#### **5- Matériels et Méthodes analytiques utilisés :**

##### **5.1- Matériels utilisés :**

- Bechers
- Ballons à fond rond
- Erlenmeyers
- Fiole conique avec bouchon
- Eprouvettes graduées
- Pipettes graduées
- Fioles jaugées
- Pipettes jaugées
- Entonnoir
- Fiole à vide
- Pissette à eau
- Entonnoir en plastic
- Trompe à eau
- Ciseaux
- Etuve
- Balance
- Bain Marie
- Réchaud
- Dessiccateur
- Conductimètre / TDSmètre modèle 44600
- Spéctrophotomètre DR 2010 / HACH
- DBOmètre oxilop<sup>R</sup> WTW

##### **5.2- Les méthodes analytiques utilisées**

###### **5.2.1- Les méthodes de détermination des caractéristiques physiques**

###### **5.2.1.1- La température :**

Elle se fait à l'aide du thermomètre au 1/10 de degré trempé dans l'échantillon pendant 5 minutes.

La mesure de la température doit se faire au moment du prélèvement.



### **5-2.1.2- Le pH :**

La mesure du PH peut être faite par la méthode électrométrique ou à l'aide d'indicateur coloré. C'est cette dernière qui sera utilisée.

Tremper la bande de papier indicateur détachée pendant quelques secondes dans la solution à examiner.

Les techniques d'opération diffèrent selon la nature du liquide.

S'il s'agit de solutions extrêmement visqueuses ou colorées ainsi que de suspensions, égoutter la substance sur le papier indicateur, comparer la couleur du papier imbibé par les liquides à l'échelle des couleurs.

S'il s'agit de solutions très faiblement ou non tamponné, fixer la bandelette sur la paroi interne du tube à essai et remplir jusqu'à l'arête supérieure du papier avec la solution après 30 secondes à une minute. Observer à travers le tube la coloration de la bandelette et par comparaison avec l'échelle des couleurs ; établir le pH ; ceci réduit sensiblement la marge d'erreur.

La mesure du pH doit se faire au moment du prélèvement.

### **5-2.1.3- Détermination de la conductivité et des solides totaux dissous**

#### **a- la conductivité**

##### **Principe**

La détermination de la conductivité se fait par la mesure de la résistance. Un voltage est appliqué entre deux électrodes plongées dans l'échantillon, et la chute du voltage due à la résistance de la solution est utilisée pour calculer la conductivité par centimètre.

Le conductimètre utilisé dispose d'un compensateur de température et d'un correcteur de la constante de cellule.

##### **\* La compensation de la température**

La conductivité d'une solution est affectée par la température de la solution. Donc il est nécessaire de lier les mesures de conductivité à une température de référence : 25°C pour l'instrument HACH.

Pour chaque degré de déviation de la température de référence un circuit de compensation de température règle la valeur de mesure à un certain pourcentage pour fournir une conductivité équivalente à ce qu'elle devrait être à la température de référence.

La température de la solution est mesurée par un réseau thermique produisant ainsi une compensation automatique de température à la fois pour les mesures de la conductivité et les TDS.

\* Constante de cellule

La constante de cellule est une fraction particulière de la résistance spécifique.

$$\text{Constante de cellule} = \frac{\text{Mesure de la résistance}}{\text{Résistance spécifique}}$$

**Mode Opérateur**

- Mettre l'appareil sous tension
- Appuyer sur la touche CND spécifique à la Conductivité
- Immerger la sonde dans un Becher contenant la solution d'échantillon. La profondeur de la solution doit être suffisante pour permettre à la sonde d'être immergée jusqu'aux trous .
- Agiter verticalement la sonde ou la tapoter sur le Becher pour libérer les bulles d'air .
- Choisir la gamme appropriée en commençant par la gamme la plus élevée. Si la lecture est dans les 10% inférieure de la gamme, changer pour la gamme juste inférieure, lire la conductivité à 25°C sur le cadran.

\* Mesure de l'échantillon dilué pour la conductivité

Si la conductivité de la solution d'échantillon dépasse la gamme de l'instrument , on peut diluer l'échantillon et calculer la conductivité. Les effets de la dilution de l'eau doivent être pris en compte lorsqu'on calcule les résultats .

L'unité principale de mesure de la conductivité est le Siemens. Dans les solutions aqueuses on utilise fréquemment le millisiemens / centimètre ou le microsiemens / centimètre.

**b- Les solides totaux dissous**

Alors que la mesure de conductivité exprime la capacité des ions d'une solution à conduire le courant électrique, la mesure des solides totaux dissous (TDS) exprime la concentration en gramme / litre des divers ions. La sonde de conductivité ne sélectionne pas les ions mais mesure la somme totale des concentrations des composants inorganiques de la solution.

L'instrument HACH du modèle 44600 conductimètre / TDSmètre utilise un facteur TDS de 0,5 ; cela veut dire que la valeur TDS représente ½ de la valeur de conductivité.

## Expression des résultats

Soient :

V : le volume en millilitres d'échantillon utilisé ;

Mo : la masse en milligrammes du disque filtrant avant utilisation ;

M<sub>1</sub> : la masse en milligrammes du disque filtrant après utilisation.

Le taux des matières en suspension (MES), exprimé en milligrammes par litre (mg/l) est donné par l'expression.

$$M. E. S = \frac{(M_1 - M_0) 1000}{V}$$

## 5-2.2- Les méthodes de détermination des caractéristiques chimiques

### 5-2.2.1- Méthode spectrophotométrique

#### a- Description du spectrophotomètre DR / 2010 HACH

Le spectrophotomètre modèle DR/ 2010 HACH est un appareil simple faisceau commandé par microprocesseur pour l'analyse au laboratoire ou sur le terrain. C'est un spectrophotomètre qui utilise le visible. Le spectrophotomètre fonctionne sur pile ou sur secteur en utilisant le transformateur / chargeur. Si l'appareil doit être alimenté sur secteur, raccorder la fiche du câble au transformateur / chargeur à la prise Power derrière de l'appareil.

#### b- Principe :

A une longueur d'onde fixe la concentration d'une substance est proportionnelle à sa densité optique

#### c- Les analyses du spectrophotomètre DR/ 2010 HACH

Les analyses au spectrophotomètre DR/ 2010 HACH sont faites en quatre étapes :

##### Préparation du spectrophotomètre DR/ 2010

- Allumer l'appareil. S'il est sous tension, sur l'affichage apparaît Self Test (Test automatique).
- Sélectionner un programme, la longueur d'onde clignote jusqu'à ce que le réglage correct soit choisi.

### Préparation de l'échantillon

L'échantillon à blanc peut être constitué de différentes solutions :

- Echantillon à analyser sans réactif ;
- Eau déminéralisée ;
- Echantillon avec réactif et un agent masquant.

Généralement la préparation de l'échantillon consiste à ajouter le contenu d'un ou de plusieurs sachets de réactifs prémesurés à 10 ou 25 ml d'échantillon. Il est important de respecter le temps prescrit dans la méthode d'analyse pour être certain que la coloration due à la réaction du réactif avec la substance à analyser se développe complètement.

Le spectrophotomètre DR/2010 HACH a des temps de développement de coloration programmés, et une série de bips courts avertit l'opérateur que le temps est écoulé.

Le minuteur doit être enclenché en pressant les touches Shift et timer au moment où le décompte doit commencer.

### Réglage du zéro de concentration

Le zéro de concentration doit être réglé avant chaque détermination pour établir une référence de zéro pour la mesure.

- Placer l'échantillon à blanc dans le puits de mesure.
- Presser la touche zéro. L'affichage indique réglage à zéro puis indique que l'appareil est prêt pour le premier échantillon.

### Mesure de l'échantillon préparé

- Placer l'échantillon préparé dans le puits de mesure, puis fermer le couvercle.
- presser la touche Read pour obtenir l'affichage de la mesure et le résultat.

L'affichage indique lecture, après six secondes environ apparaît le résultat.

Les cuves colorimétriques doivent être rigoureusement propres pour permettre d'obtenir des résultats exacts. Nettoyer l'extérieur des cuves pour éliminer les traces des doigts avec un tissu doux ou une serviette en papier avant de les placer dans le puits de mesure.

#### d- Recherche et dosage de quelques paramètres chimiques

Au cours de notre étude les paramètres chimiques déterminés au spectrophotomètre DR/2010 HACH sont :

- les sulfates ;
- les sulfures ;
- le chrome ;
- les nitrites ;
- les nitrates ;
- la demande chimique en oxygène DCO.

#### Recherche et dosage des sulfates

##### \* Principe :

Les ions sulfates réagissent avec le baryum du réactif sulfaver et produit un précipité de sulfate de baryum insoluble. La quantité de turbidité formée est proportionnelle à la concentration en sulfates . Le réactif contient aussi un agent stabilisant pour maintenir le précipité en suspension.

##### • Mode opératoire :

- Remplir la cuve colorimétrique avec 25 ml d'échantillon ;
- Ajouter le contenu du réactif sulfaver 4 ;
- Laisser pendant une période de réaction de 5 minutes ;
- Remplir une autre cuve (blanc) avec 25 ml d'échantillon ;
- Placer le blanc dans le puits de mesure . Fermer le capot ;
- L'affichage indique Réglage à zéro en pressant zéro ;
- Placer l'échantillon préparé dans le puits de mesure, fermer le capot ;
- Presser Read , l'affichage indique lecture puis quelques secondes plus tard le résultat en mg/l de sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).

##### \* Prélèvement et stockage :

Prélever les échantillons dans des flacons propres en verre ou en plastique . Les échantillons peuvent être stockés jusqu'à 28 jours en les réfrigérant à 4°C ou au dessous.

Avant l'analyse , réchauffer l'échantillon à la température ambiante.

##### \* Interférences :

Les ions suivants peuvent interférer lorsqu'ils sont présents en concentrations supérieures à celles indiquées ci dessous :

- Calcium : 20 000 mg/l en  $\text{CaCO}_3$
- Chlorure : 40 000 mg/l en  $\text{Cl}^-$
- Magnésium : 10 000 mg/l en  $\text{CaCO}_3$
- Silice : 500 mg/l.

## Dosage des sulfures

### \* Principe :

L'hydrogène sulfuré et les sulfures métalliques solubles en milieu acide réagissent avec l'oxalate de N, N- diméthyl - p - phénylène diamine pour former du bleu de méthylène. L'intensité de la coloration bleue est proportionnelle à la concentration du sulfure.

### \* Mode opératoire :

- Mesurer 25 ml d'échantillon dans une cuve ;
- Remplir une autre cuve avec 25 ml d'eau desionisée ;
- Ajouter 1,00 ml de réactif sulfure 1 à chaque cuve. Agiter pour mélanger ;
- Ajouter 1 ml de réactif sulfure 2 à chaque cuve. Agiter immédiatement pour mélanger ;
- Une coloration rose se développe. En présence du sulfure, la solution vire au bleu ;
- L'affichage indique mg/l  $S^{2-}$  après une période de réaction de 5 minutes ;
- Placer le blanc dans le puits de mesure . Fermer le capot ;
- Presser zéro ; l'affichage indique réglage à zéro ;
- Placer immédiatement l'échantillon dans le puits de mesure et fermer le capot ;
- Presser enfin Read ; l'affichage indique lecture puis le résultat en mg/l  $S^{2-}$ .

### \* Prélèvement et stockage :

- Prélever les échantillons dans les flacons propres en plastique ou en verre ;
- Remplir complètement et boucher hermétiquement ;
- Analyser les échantillons immédiatement.

### \* Les interférences :

Les substances fortement réductrices (sulfites , thiosulfate et hydrosulfite) interfèrent en réduisant la coloration bleue ou en empêchant son développement.

De fortes concentrations de sulfures peuvent inhiber le développement complet de la coloration nécessitant une dilution. Une certaine perte de sulfures peut se produire lorsque l'échantillon est dilué.

### Remarques :

Les échantillons doivent être analysés immédiatement et ne peuvent pas être conservés pour une analyse ultérieure.

Eviter une agitation excessive des échantillons car elle provoque la perte des sulfures.

Si une dilution est nécessaire, une perte de sulfures peut se produire lors de la dilution.

### - Dosage des nitrites

#### \* Principe :

Le Nitrite dans l'échantillon réagit avec l'acide sulfanilique pour former un sel de diazonium qui réagit avec l'acide chromotrope pour produire un complexe coloré rose dont la coloration est proportionnelle à la quantité de nitrite présent.

#### • Mode opératoire :

- Entrer le numéro de programme mémorisé pour les Nitrites ;
  - Régler la longueur d'onde ;
  - Remplir une cuve 25 ml avec 25 ml d'échantillon ;
  - L'affichage indique Régler la longueur d'onde ;
  - Ajouter le contenu d'une gélule de réactif Nitriver 3 à la cuve. Agiter pour dissoudre ;
  - Presser Shift Timer (période de réaction 20 minutes) ;
  - En présence des nitrites, une coloration rose se développe ;
  - Placer une autre cuve (blanc) dans le puits de mesure. Fermer le capot ;
  - Presser zéro l'affichage indiqué Réglage à zéro ;
  - Placer la cuve (échantillon préparé) dans le puits de mesure. Fermer le capot ;
  - L'affichage indique lecture puis le résultat en mg/l  $\text{NO}_2^-$  en pressant la touche Read.
- #### • Prélèvement et stockage :

Prélever les échantillons dans des flacons propres en verre ou en plastique. Les stocker à une température inférieure à 4°C. Les échantillons doivent être analysés dans les 48 heures. Avant analyse, ils doivent être réchauffés à la température ambiante.

#### • Interférence :

Les oxydants et réducteurs forts interfèrent.

Les ions cuivriques et ferreux donnent de faibles résultats.

Les ions ferriques , mercureux , argent , bismuth , antimoine(III) , plomb , chloroplatinate interfèrent en provoquant une précipitation.

De très fortes concentrations de nitrates (100 mg/l de  $\text{NO}_3^-$  ou plus) paraissent subir une légère réduction en nitrites, soit spontanément, soit au cours de l'analyse.

## Dosage des nitrates

### Méthode de réduction du cadmium

- Principe de la méthode :

Le cadmium métallique réduit le nitrite en nitrate.

L'ion nitrite réagit en milieu acide avec l'acide sulfanilique pour former un sel diazonium intermédiaire. Ce sel réagit avec l'acide gentisique pour former une solution de couleur ambre proportionnelle à la quantité de nitrate présente dans l'eau.

- Mode opératoire :

- Remplir une cuve avec 25 ml d'échantillon ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de Nitraver 5 dans la cuve contenant l'échantillon préparé ;
- Agiter vigoureusement la cuve pendant une minute puis laisser pendant 5 minutes. En présence de nitrate une coloration ambre se développe ;
- Remplir une autre cuve avec 25 ml d'échantillon (le blanc) ;
- Placer le blanc dans le puits de mesure , fermer le capot ;
- Presser zéro, l'affichage indique Réglage à zéro ;
- Placer l'échantillon préparé dans le puits de mesure ;
- Presser Read l'affichage indique lecture puis le résultat en mg /l de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> s'affiche.

- Prélèvement et stockage :

- Les résultats les plus fiables sont obtenus lorsque les échantillons sont analysés aussitôt que possible après le prélèvement.
- Si une analyse immédiate est impossible, stocker à 4° les échantillons dans des flacons propres en verre ou en plastique au maximum pendant 48 heures.
- Pour des temps de stockage plus longs , ajouter 2 ml d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) concentré par litre et stocker à 4°c.
- Ne pas utiliser de dérivés du mercure comme conservateur.

- Remarques

- Le temps et la technique d'agitation influencent le développement de la coloration .
- Un dépôt de cadmium non oxydé reste après la dissolution du Nitraver. Ce dépôt n'affecte pas le résultat.



- Les interférences :

- Les substances fortement oxydantes ou réductrices interfèrent ;
- Le fer ferrique donne des résultats trop élevés et doit être absent ;
- Les concentrations des chlorures supérieures à 100 mg/l donnent des résultats trop faibles.

### Dosage du chrome

#### Méthode oxydation alcaline à l'hypobromite

- Principe :

Le chrome trivalent dans l'échantillon est oxydé sous la forme hexavalente par l'ion hypobromite en milieu alcalin. L'échantillon est acidifié ensuite. La concentration totale du chrome est déterminée par la méthode 1,5 de phenylcarbohydrazide . Ce réactif réagit pour donner une coloration violette en présence du chrome.

- Mode opératoire :

- Remplir une cuve avec 25 ml d'échantillon ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif chromium 1 (échantillon préparé) ; agiter pour mélanger ;
- Placer l'échantillon préparé dans un bain marie bouillant pendant 5 minutes ;
- Retirer l'échantillon préparé, refroidir la cuve à 25°C sous l'eau du robinet ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif chromuim 2 ; agiter pour mélanger ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de réactif acide ; agiter pour mélanger ;
- Ajouter le contenu d'une gélule de chromaver 3 ; agiter pour mélanger ;
- Laisser pendant 5 minutes ; en présence de chrome une coloration violette se développe ;
- Remplir une cuve avec 25 ml d'échantillon blanc ; le placer dans le puits de mesure ;
- Réglage à zéro en pressant la touche zéro ;
- Placer l'échantillon préparé dans le puits de mesure ;
- Presser la touche Read ; l'affichage indique lecture pour le résultat en mg/l de chrome.

- Prélèvements et stockage :

- Prélever les échantillons dans des récipients en verre ou en plastique lavés à l'acide.
- Pour conserver les échantillons , ajuster le pH à 2 avec de l'acide nitrique (environ 2 ml/litre). Les échantillons ainsi préparés peuvent être stockés au moins 6 mois à la température ordinaire.
- Avant l'analyse, ajuster le PH à 4 avec l'hydroxyde de sodium 5N.

- Interférences :

La matière organique en grandes quantités peut inhiber l'oxydation complète du chrome trivalent.

Le fer n'interfère pas.

- Remarque

- Le réactif du chromaver 3 doit être blanc ou beige. Si la couleur est brune ou verte, remplacer le réactif.
- L'exactitude n'est pas affectée si une partie de la poudre n'est pas dissoute.

### Dosage de la demande chimique en oxygène (D. C. O)

#### Méthode de digestion par réacteur

- Principe de la méthode

La demande chimique en oxygène en mg/l est définie comme la quantité d'oxygène en mg O<sub>2</sub> consommée par litre d'échantillon.

Pour déterminer la demande chimique en oxygène, l'échantillon est chauffé deux heures avec un oxydant puissant, le dichromate de potassium. Les composés organiques oxydables réduisent l'ion dichromate (Cr<sup>6+</sup>) en ion chrome (Cr<sup>3+</sup>) vert.

Le réactif de la DCO contient en plus du bichromate de potassium des sels d'argent et de mercure. L'argent est un catalyseur et le sel de mercure est utilisé pour complexer l'interférence de l'ion chlorure.

- Mode opératoire :

- Homogénéiser l'échantillon pendant 30 secondes ;
- Allumer le réacteur de DCO ; préchauffer à 150°C. Placer l'écran de sécurité devant le réacteur ;
- Retirer le bouchon d'un tube de réactif DCO de la gamme appropriée ;
- Tenir le tube incliné à 45°C. Pipetter 2 ml d'échantillon dans le tube ;
- Fermer hermétiquement le bouchon du tube ; le retourner plusieurs fois pour mélanger le contenu ;
- Placer le tube dans le réacteur de DCO préchauffé ;
- Préparer le blanc en remplaçant l'échantillon par 2 ml d'eau desionisée ;
- Chauffer les tubes pendant 2 heures ;
- Eteindre le réacteur, attendre environ 20 minutes pour que les tubes se refroidissent à une température inférieure ou égale à 120°C ;
- Retourner chaque tube plusieurs fois pendant qu'il est encore chaud ;

- Déterminer la concentration de l'échantillon en plaçant l'adaptateur de DCO dans les puits de mesure du spectrophotomètre DR/2010 ;
- Essuyer l'extérieur du tube d'essai à blanc avec un tissu propre ;
- Placer le blanc dans l'adaptateur avec le logo HACH dirigé vers l'opérateur. Fermer le capot ;
- Presser zéro , l'affichage indiqué Réglage à zéro ;
- Essuyer l'extérieur du tube d'échantillon avec un tissu propre , le placer dans l'adaptateur avec le logo HACH dirigé vers l'opérateur. Fermer le capot ;
- Presser Read ; l'affichage indique lecture, puis quelques secondes plus tard le résultat en mg/l de DCO s'affiche.

- Prélèvement et dosage :

- Prélever les échantillons dans des flacons en verre. N'utiliser des flacons plastiques qu'après avoir vérifié qu'ils sont exempts de contamination organique ;
- Analyser les échantillons aussitôt possible ;
- Homogénéiser les échantillons contenant des solides.
- Les échantillons traités à l'acide sulfurique à pH= 2 ou au dessous (2 ml par litre) et réfrigérés à 4°C peuvent être stockés pendant 28 jours.

- Interférences :

Les chlorures constituent l'interférence principale dans la détermination de la DCO.

Les tubes de réactif contiennent du sulfate mercurique en quantité suffisante pour complexer les chlorures.

- Remarques

- Le blanc peut être utilisé plusieurs fois pour les mesures utilisant le même lot. Il est stable lorsqu'il est stocké à l'obscurité.
- Pour une meilleure exactitude avec les échantillons proches de 1 500 à 15.000 mg/l de DCO, répéter l'analyse avec un échantillon dilué.

### **5.2.2.2- Méthode colorimétrique**

Cette méthode a été utilisée pour la détermination de l'ion  $\text{NH}_4^+$ .

Le kit utilisé est l'Aquaquant 14400 ammonium.

- Principe

En milieu alcalin , l'ammoniaque et les composés ammoniacaux réagissent avec l'iodomercurate de potassium en donnant un complexe jaune brunâtre.

- Mode opératoire

- Rincer le tube d'essai avec de l'eau désionisée puis avec de l'échantillon ;
- Remplir le tube d'essai jusqu'au niveau indiqué avec la solution d'échantillon ;
- Ajouter au tube d'essai
  - 5 gouttes du réactif NH<sub>4</sub> – 1A (Tartrate)
  - 5 gouttes du réactif NH<sub>4</sub> – 2A (Tetrarodomercurate de potassium)
  - 5 gouttes du réactif NH<sub>4</sub> + 3A (Solution alcaline) ;
- Laisser reposer pendant 3 minutes ;
- Faire la lecture en comparant la coloration obtenue à la gamme de couleur variée.

- Réaction colorée

Tartrate (NH<sub>4</sub>-1A) inhibe la précipitation des hydroxydes métalliques. Tetrarodomercurate (NH<sub>4</sub>-2A) donne une réaction jaune brunâtre en présence d'ion ammonium à la suite d'addition de solution alcaline (NH<sub>4</sub>-3A).

### 5.2.3- Méthode de détermination d'une caractéristique biochimique

Le paramètre déterminé est la demande biochimique en oxygène. L'appareil utilisé pour la mesure de DBO est appelé système oxitop<sup>R</sup> wtw.

- Principe

La mesure de la DBO avec le système oxitop<sup>R</sup> est basée sur le principe de la pression. La mesure est faite par des sondes de pression électroniques piezo résistantes.

- Mesure

- 1- Rincer le flacon avec de l'échantillon.
- 2- Mesurer exactement la quantité souhaitée d'échantillon (voir tableau 6), soit avec des fioles jaugées ou des éprouvettes graduées ; verser dans le flacon.
- 3- Mettre le barreau magnétique dans le flacon.
- 4- Insérer le godet caoutchouc dans le goulot du flacon.
- 5- Mettre deux pastilles de soude dans le godet caoutchouc à l'aide d'une pince.
- 6- Visser l'oxitop<sup>R</sup> directement sur le flacon d'échantillon de manière étanche. Appuyer sur S et M simultanément (2 secondes) jusqu'à ce que l'afficheur indique 00 ; donc les valeurs mémorisées sont effacées.
- 7- Brancher l'appareil sur alimentation électrique.
- 8- Maintenir le flacon de mesure avec l'oxitop<sup>R</sup> à 20° pendant 5 jours dans un incubateur. Dès que la température de mesure est atteinte l'oxitop lance automatiquement la mesure de la consommation en oxygène.
- 9- Agiter l'échantillon en continu pendant 5 jours. L'oxitop<sup>R</sup> mémorise automatiquement une valeur toutes les 24 heures sur les 5 jours . Pour connaître la valeur courante appuyer sur la touche M.

10-Lire les valeurs mémorisées à la fin des 5 jours ;

- Presser S jusqu'à ce que la valeur mesurée s'affiche ;
- Passer au jour suivant en pressant à nouveau la touche S pendant que la valeur mesurée s'affiche (5 secondes) ;
- Le défilement rapide se fait en pressant la touche S de manière répétitive.

11-Pour la mesure de la DBO le pH doit être compris entre 6,5 – 7,5.

Avec le tableau ci dessous , convertir la valeur mesurée affichée (digits) en valeur de DBO. (Digits x Facteur = DBO<sub>5</sub> en mg/l)

**Tableau 6 :**

Plage de mesure DBO (mg/l)	Volume de l'échantillon (ml)	Facteur
0 – 40	432	1
0 – 80	365	2
0 – 200	250	5
0 – 400	164	10
0 – 800	97	20
0 – 2000	43,5	50
0 – 4000	22,7	100

## II- RESULTATS

Nous avons déterminé les caractéristiques physico-chimiques des échantillons d'eau du fleuve Niger et des eaux usées dans l'usine afin d'apprécier leur qualité. En même temps, le suivi de l'évolution des caractéristiques physico-chimiques des eaux usées du bac de relevage au regard de contrôle a été fait pour apprécier le traitement durant l'étude (novembre 1998 à août 1999).

### 1- les caractéristiques physico-chimiques de l'eau du fleuve Niger et des eaux usées de l'usine

#### 1.1- Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau du fleuve Niger aux différents points de prélèvement.

Au niveau du fleuve, il y avait trois points de prélèvement :

- point de confluence
- en amont du point de confluence
- en aval du point de confluence.

Les résultats des analyses de ces différents prélèvements sont présentés dans les tableaux suivants (7,8 et 9).

**Tableau 7 : Caractéristiques physico-chimiques des prélèvements d'eau du fleuve Niger (point de confluence de l'eau rejetée par la T.A.O. et le fleuve) de Novembre 1998 à Août 1999**

Paramètres	Mois	Nov. 98	Déc. 98	Janv. 99	Fév. 99	Mars 99	Avril 99	Mai 99	Juin 99	Juil. 99	Août 99
pH		6,7		6,7	6,7	6,5	6,9	7	6,6	6,2	6
T° c		27°1		27°2	28°	28°	29°	31°	27°3	27°	27°
CND µs/cm		73,3		62,5	210	145,5	270	195,6	159,8	100	70
TDS mg/l		36,2		31	105	72,5	135	97,8	79,9	50	35
MES mg/l		120		-	280	680	210	960	840	1240	1920
Sulfates mg/l		4		0	1,9	0	0	1	0	1	0
Sulfures mg/l		0		0	0	0	0	0	0	0	-
Nitrates mg/l		6,6		4,4	7,04	7,05	7,10	3,52	1,76	2,2	3,08
Nitrites mg/l		0,026		0	0,09	0	0	0	0,033	0,21	-
NH4 <sup>+</sup> mg/l		0,1		1	1,5	0,85	0,4	0,3	0,5	0,5	-
Chrome mg/l		-		-	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,1	0,07
DCO mg/l		500		560	830	1080	1130	730	760	1400	1310
DBO <sub>5</sub> mg/l		200		200	300	300	400	362	300	300	200

**Tableau 8 : Caractéristiques physico-chimiques des prélèvements d'eau du fleuve Niger (en amont du point de confluence de l'eau rejetée par la T.A.O. et le fleuve) de Novembre 1998 à Août 1999**

Mois Paramètres	Nov. 98	Déc. 98	Janv. 99	Fév. 99	Mars 99	Avril 99	Mai 99	Juin 99	Juil. 99	Août 99
pH	6,54		6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	6,5	6,2	6,1
T° c	27°3		30°	29°	28°2	30°	31°	27°2	27°2	27°
CNDµs/cm	60		72	80	91,9	120	112	102,1	97,3	60
TDS mg/l	30		36	40	45,5	60	56	51	48,7	30
MES mg/l	80		-	640	130	630	440	680	820	800
Sulfates mg/l	4		2	0	0	1	2	0	0	0
Sulfures mg/l	0		0	0	0	0	0	0	0	-
Nitrates mg/l	2,64		5,28	5,28	4,4	2,68	0,033	0,44	3,08	0
Nitrites mg/l	0,003		0	0,33	0,04	0,023	0,013	0,033	0,22	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	0,05		0,8	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	-
Chrome mg/l	-		-	0,02	0,04	0,02	0,01	0	0,06	0,01
DCO mg/l	490		450	450	490	570	530	300	660	980
DBO <sub>5</sub> mg/l	150		200	220	300	300	240	200	210	200

**Tableau 9 : Caractéristiques physico-chimiques des prélèvements d'eau du fleuve Niger (en aval du point de confluence de l'eau rejetée par la T.A.O. et le fleuve) de Novembre 1998 à Août 1999**

Mois Paramètres	Nov. 98	Déc. 98	Janv. 99	Fév. 99	Mars 99	Avril 99	Mai 99	Juin 99	Juil. 99	Août 99
pH	6,8		6,8	6,5	7,1	6,5	6,9	6,5	6,2	6,5
T° c	27°3		27°1	29°	29°	30°	31°	27°3	27°1	27°1
CND $\mu$ s/cm	103,4		89,8	110	128,1	100	98,9	100,4	91,8	70
TDS mg/l	51,4		44,9	55	64,2	50	49,5	50,2	45,9	45
MES mg/l	230		167	640	840	910	1240	1780	1240	1300
Sulfates mg/l	4		1	0	1	0	3	0	2	1
Sulfures mg/l	0		0	0	0	0	0	0	0	-
Nitrates mg/l	4,4		4,4	7,92	8,36	3,52	0,088	1,32	3,08	0,88
Nitrites mg/l	0,33		0	0,033	0,056	0,013	0,023	0,37	0,059	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	0,1		0,9	0,2	0,5	0,3	0,3	0,6	0,5	-
Chrome mg/l	-		-	0,03	0,06	0,06	0,02	0,01	0,08	0,01
DCO mg/l	720		670	730	1190	1840	760	600	1020	1060
DBO <sub>5</sub> mg/l	200		200	300	200	350	300	300	200	200



## **1.2- Les caractéristiques physico-chimiques des eaux usées dans l'usine aux différents points de prélèvements.**

Les prélèvements ont été faits dans :

- le bac de relevage
- avant le filtre 1
- après le filtre 2
- le regard de contrôle.

Les résultats des analyses de ses différents prélèvements sont présentés dans les tableaux suivants (10, 11, 12 et 13) :

**Tableau 10 : Caractéristiques physico-chimiques des prélèvements d'eaux usées (Bac de relevage) de la T.A.O. de Novembre 1998 à Août 1999**

Mois Paramètres	Nov. 98	Déc. 98	Janv. 99	Fév. 99	Mars 99	Avril 99	Mai 99	Juin 99	Juil. 99	Août 99
pH	> 10	10	> 10	> 10	> 10	> 10	10	10	> 10	10
T° c	30°2	25°9	31°	30°9	31°	31°	30°	31°	29°	29°
CNDµs/cm	43600	18440	65400	41000	47870	30000	66090	63000	5000	7920
TDS mg/l	21900	9240	32700	20500	23935	15000	33040	32000	2500	3960
MES mg/l	24640	7920	6720	36440	17440	6880	11640	12960	16480	3150
Sulfates mg/l	3500	1100	200	3400	200	2000	20	4900	0	100
Sulfures mg/l	0	36,8	140	15,2	146	22	138	0	202	-
Nitrates mg/l	171	660	810	150	1050	120	440	396	1000	200
Nitrites mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	150	100	1000	150	450	800	600	50	-	-
Chrome mg/l	-	-	-	130	120	56	98	780	200	45
DCO mg/l	1170	3000	2700	5100	5730	2600	5270	-	6400	8100
DBO <sub>5</sub> mg/l	920	800	1000	200	1400	300	600	1000	1100	1350

**Tableau 11 : Caractéristiques physico-chimiques des prélèvements d'eaux usées du filtre 1 (première colonne de filtration) de la T.A.O. de Novembre 1998 à Août 1999**

Mois Paramètres	Nov. 98	Déc. 98	Janv. 99	Fév. 99	Mars 99	Avril 99	Mai 99	Juin 99	Juil. 99	Août 99
pH	>10	9	> 10	10	>10	>10	9	9	9	9
T° c	31°	25°9	30°8	30°	30°	30°	31°	31°	28°	29°
CNDµs/cm	19400	18440	24000	19000	24000	18000	19000	22000	20000	14000
TDS mg/l	9700	9240	12000	9000	12000	9000	10000	11000	10000	7000
MES mg/l	22560	4000	9490	12480	10680	4960	9480	9600	14580	4812,5
Sulfates mg/l	600	800	100	0	0	0	20	0	0	0
Sulfures mg/l	22	52,8	120	18,9	134	144	96	26	213	-
Nitrates mg/l	150	170	730	830	1044	720	440	840	264	290
Nitrites mg/l	0	0	0	0	0	0,66	0	0	0	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	150	600	1250	600	800	200	600	200	-	-
Chrome mg/l	-	-	-	15	50	10	45	25	74	33
DCO mg/l	1066	5100	8900	7600	2690	8500	7230	1400	7800	6430
DBO <sub>5</sub> mg/l	960	1080	1360	1700	1700	1450	1450	1300	1450	1650

**Tableau 12 : Caractéristiques physico-chimiques des prélèvements d'eaux usées du filtre 2(deuxième colonne de filtration) de la T.A.O. de Novembre 1998 à Août 1999**

Mois Paramètres	Nov. 98	Déc. 98	Janv. 99	Fév. 99	Mars 99	Avril 99	Mai 99	Jun 99	Juil. 99	Août 99
pH	> 10	10	> 10	10	10	10	9	9	9	9
T° c	30°9	26°3	30°7	30°	30°	30°	30°	31°	28°	28°
CNDµs/cm	21900	12700	24000	18000	12000	18000	20000	22000	19520	22710
TDS mg/l	11800	6390	12000	9000	6000	9000	10000	11000	9710	11355
MES mg/l	9600	16480	7360	13920	16640	2880	8960	2560	12800	3840
Sulfates mg/l	600	1100	100	0	100	800	200	0	0	100
Sulfures mg/l	15	26,9	100	37,4	9	48	172	180	119	-
Nitrates mg/l	335	480	660	580	180	510	420	312	120	330
Nitrites mg/l	0	0	0	0,99	0	0,99	0	0	0	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	200	100	1000	600	600	450	800	200	450	-
Chrome mg/l	-	-	-	4	60	2	49	19	66	27
DCO mg/l	1620	3100	6800	4100	4390	3600	3290	2100	4200	8100
DBO <sub>5</sub> mg/l	980	920	1280	2000	1800	1500	1300	1150	1550	1800

**Tableau 13 : Caractéristiques physico-chimiques des prélèvements d'eaux usées (regard de contrôle de la T.A.O.) avant rejet dans le fleuve Niger de Novembre 1998 à Août 1999**

Mois Paramètres	Nov. 98	Déc. 98	Janv. 99	Fév. 99	Mars 99	Avril 99	Mai 99	Juin 99	Juil. 99	Août 99
pH	10	9	10	10	9	10	9	9	9	9
T° c	31°2	26°3	30°	30°	29°	30°1	30°	31°	29°	28°
CNDµs/cm	21600	19000	23000	18000	14960	17400	17610	22000	23000	11320
TDS mg/l	10900	8000	11000	9000	8000	8700	8760	11000	12000	5660
MES mg/l	6560	7520	16220	13120	14080	2900	10320	8960	12500	2800
Sulfates mg/l	600	900	100	0	100	100	50	0	0	0
Sulfures mg/l	12	171	110	22	94	44	51	12	128	-
Nitrates mg/l	347	670	700	610	740	605	660	292	600	260
Nitrites mg/l	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	150	800	1000	800	800	600	450	150	800	-
Chrome mg/l	-	-	-	14	59	2	52	12	64	12
DCO mg/l	1910	3400	10700	5500	5890	3505	6370	2400	10300	11700
DBO <sub>5</sub> mg/l	1198	1920	1440	1900	2300	1500	1600	1300	1600	1850

## 2- Evolution des caractéristiques physico-chimiques des eaux usées dans les différents bassins de l'usine de novembre 1998 à août 1999

L'évolution des caractéristiques physico-chimiques a été suivie durant le traitement. Les prélèvements ont été faits aux points suivants :

- Bac de relevage
- Avant le filtre 1
- Après le filtre 2
- Regard de contrôle.

Les résultats de l'analyse des prélèvements mensuels sont présentés dans les tableaux suivants (14 à 23).

**Tableau 14 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les différents bassins de l'usine au mois de novembre 98.**

Echantillons Paramètres	Bac de relevage	Avant filtre 1	Après filtre 2	Regard Contrôle
pH	>10	>10	>10	10
Température °c	30°2	31°	30°9	31°2
CND µs/cm	43600	19400	21900	21600
MES mg/l	24640	22560	9600	6560
Sulfates mg/l	3500	600	600	600
Sulfures mg/l	0	22	15	12
Nitrates mg/l	171	150	335	347
Nitrites mg/l	0	0	0	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	150	150	200	150
Chrome mg/l	-	-	-	-
DCO mg/l	1170	1066	1620	1910
DBO <sub>5</sub> mg/l	920	960	980	1198

**Tableau 15 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les différents bassins de l'usine au mois de décembre 1998**

Echantillons Paramètre	Bac de relevage	avant filtre 1	après filtre 2*	Regard de contrôle
pH	10	9	10	9
Température °c	25°9	25°9	26°3	26°3
CND µs/cm	18440	18440	12700	19000
MES mg/l	7920	4000	6440	7520
Sulfates mg/l	1100	800	1100	900
Sulfures mg/l	36,8	52,8	26,9	171
Nitrates mg/l	660	170	480	670
Nitrites mg/l	0	0	0	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	100	600	100	800
Chrome mg/l	-	-	-	-
DCO mg/l	3000	5100	3100	3400
DBO <sub>5</sub> mg/l	800	1280	1220	1920

\* Filtre non fonctionnel

**Tableau 16 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les différents bassins de traitement de l'usine au mois de Janvier 1999.**

Echantillons Paramètres	Bac de relevage	Avant Filtre 1 *	Après Filtre 2	Regard de Contrôle
pH	>10	>10	>10	10
Température °c	31°	30°8	30°7	30°
CND µs/cm	65400	24000	24000	23000
MES mg/l	6720	9490	7360	16220
Sulfates mg/l	200	100	100	100
Sulfures mg/l	140	120	100	110
Nitrates mg/l	810	730	660	700
Nitrites mg/l	0	0	0	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	1000	1260	1000	1000
Chrome mg/l	-	-	-	-
DCO mg/l	2700	6800	6800	10700
DBO <sub>5</sub> mg/l	1000	1360	1280	1440

\* Filtre non fonctionnel



**Tableau 17 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les bassins de traitement de l'usine au mois de février 1999.**

Echantillons Paramètres	Bac de relevage	avant filtre 1 *	Après filtre 2 *	Regard de Contrôle
pH	>10	10	10	10
Température °c	30°9c	30°c	30°c	30°c
CND µs/cm	41000	19000	18000	18000
MES mg/l	36440	12480	12520	13220
Sulfates mg/l	3400	0	0	0
Sulfures mg/l	15,2	18,9	37,4	22
Nitrates mg/l	150	830	580	610
Nitrites mg/l	0	0	0,99	0
NH4 <sup>+</sup> mg/l	150	600	600	800
Chrome mg/l	130	15	4	14
DCO mg/l	5100	7600	4100	5500
DBO <sub>5</sub> mg/l	200	1700	2000	1900

\* Filtre non fonctionnel

**Tableau 18 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les bassins de traitement de l'usine au mois de Mars**

Echantillons Paramètres	Bac de relevage	Avant filtre 1 *	Après Filtre 2	Regard de contrôle
pH	>10	>10	10	9
Température °c	31°c	30°	30°	29°
CND µs/cm	47870	24000	12000	1496
MES mg/l	17440	10650	16640	14080
Sulfates mg/l	200	0	100	100
Sulfures mg/l	146	134	9	99
Nitrates mg/l	1050	1044	180	740
Nitrites mg/l	0	0	0	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	450	800	600	800
Chrome mg/l	120	50	60	59
DCO mg/l	5730	2690	4390	5890
DBO <sub>5</sub> mg/l	1400	1700	1800	2300

\* Filtre non fonctionnel

**Tableau 19 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les bassins de traitement de l'usine au mois d'Avril**

Echantillons Paramètres	Bac de relevage	avant Filtre 1	Après Filtre 2 *	Regard de contrôle
pH	>10	>10	10	10
Température °c	31°	30°	30°	30°1
CND µs/cm	30000	18000	18000	17400
MES mg/l	6880	4960	2880	2900
Sulfates mg/l	2000	0	800	100
Sulfures mg/l	22	144	48	44
Nitrates mg/l	120	720	510	605
Nitrites mg/l	0,6	0,66	0,99	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	800	200	450	600
Chrome mg/l	56	10	2	2
DCO mg/l	2600	8500	3600	3505
DBO <sub>5</sub> mg/l	300	1450	1500	1500

\* Filtre non fonctionnel

**Tableau 16 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les différents bassins de traitement de l'usine au mois de Janvier 1999.**

Echantillons Paramètres	Bac de relevage	Avant Filtre 1 *	Après Filtre 2	Regard de Contrôle
pH	>10	>10	>10	10
Température °c	31°	30°8	30°7	30°
CND µs/cm	65400	24000	24000	23000
MES mg/l	6720	9490	7360	16220
Sulfates mg/l	200	100	100	100
Sulfures mg/l	140	120	100	110
Nitrates mg/l	810	730	660	700
Nitrites mg/l	0	0	0	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	1000	1260	1000	1000
Chrome mg/l	-	-	-	-
DCO mg/l	2700	6800	6800	10700
DBO <sub>5</sub> mg/l	1000	1360	1280	1440

\* Filtre non fonctionnel

**Tableau 17 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les bassins de traitement de l'usine au mois de février 1999.**

Echantillons Paramètres	Bac de relevage	avant filtre 1 *	Après filtre 2 *	Regard de Contrôle
pH	>10	10	10	10
Température °c	30°9c	30°c	30°c	30°c
CND µs/cm	41000	19000	18000	18000
MES mg/l	36440	12480	12520	13220
Sulfates mg/l	3400	0	0	0
Sulfures mg/l	15,2	18,9	37,4	22
Nitrates mg/l	150	830	580	610
Nitrites mg/l	0	0	0,99	0
NH4 <sup>+</sup> mg/l	150	600	600	800
Chrome mg/l	130	15	4	14
DCO mg/l	5100	7600	4100	5500
DBO <sub>5</sub> mg/l	200	1700	2000	1900

\* Filtre non fonctionnel

**Tableau 18 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les bassins de traitement de l'usine au mois de Mars**

Echantillons Paramètres	Bac de relevage	Avant filtre 1 *	Après Filtre 2	Regard de contrôle
pH	>10	>10	10	9
Température °c	31°C	30°	30°	29°
CND µs/cm	47870	24000	12000	1496
MES mg/l	17440	10650	16640	14080
Sulfates mg/l	200	0	100	100
Sulfures mg/l	146	134	9	99
Nitrates mg/l	1050	1044	180	740
Nitrites mg/l	0	0	0	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	450	800	600	800
Chrome mg/l	120	50	60	59
DCO mg/l	5730	2690	4390	5890
DBO <sub>5</sub> mg/l	1400	1700	1800	2300

\* Filtre non fonctionnel

**Tableau 19 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les bassins de traitement de l'usine au mois d'Avril**

Echantillons Paramètres	Bac de relevage	avant Filtre 1	Après Filtre 2 *	Regard de contrôle
pH	>10	>10	10	10
Température °c	31°	30°	30°	30°1
CND µs/cm	30000	18000	18000	17400
MES mg/l	6880	4960	2880	2900
Sulfates mg/l	2000	0	800	100
Sulfures mg/l	22	144	48	44
Nitrates mg/l	120	720	510	605
Nitrites mg/l	0,6	0,66	0,99	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	800	200	450	600
Chrome mg/l	56	10	2	2
DCO mg/l	2600	8500	3600	3505
DBO <sub>5</sub> mg/l	300	1450	1500	1500

\* Filtre non fonctionnel

**Tableau 20 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les bassins de l'usine au mois de Mai 1999**

Echantillons Paramètres	Bac de relevage	avant Filtre 1 *	après Filtre 2	Regard de Contrôle
pH	10	9	9	9
Température °c	31°C	31°C	30°C	30°
CND µs/cm	66090	19000	20000	17610
MES mg/l	11640	9480	8960	10320
Sulfates mg/l	20	20	200	50
Sulfures mg/l	138	96	172	51
Nitrates mg/l	396	440	420	660
Nitrites mg/l	0	0	0	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	600	600	800	450
Chrome mg/l	98	45	49	52
DCO mg/l	5270	7230	3290	6370
DBO <sub>5</sub> mg/l	600	1450	1300	1600

\* Filtre non fonctionnel



**Tableau 21 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les bassins de l'usine au mois de Juin 1999**

Echantillons Paramètres	Bac de relevage	Avant Filtre 1 *	après Filtre 2	Regard de contrôle
pH	10	9	9	9
Température °c	31°	31°	31°	31°
CND µs/cm	63000	22000	22000	22000
MES mg/l	12920	9600	2560	8960
Sulfates mg/l	4900	0	0	0
Sulfures mg/l	0	26	180	12
Nitrates mg/l	396	840	312	292
Nitrites mg/l	0	0	0	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	50	200	200	150
Chrome mg/l	780	25	19	12
DCO mg/l	-	1400	2100	2400
DBO <sub>5</sub> mg/l	100	1300	1150	1350

\* Filtre non fonctionnel

**Tableau 22 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les bassins de l'usine au mois de Juillet 1999**

Echantillons Paramètres	Bac de relevage	avant Filtre 1 *	après Filtre 2	Regard de contrôle
pH	>10	9	9	9
Température °c	29°	28°	28°	29°
CND µs/cm	5000	20000	19520	23000
MES mg/l	16480	14580	12800	12500
Sulfates mg/l	0	0	0	0
Sulfures mg/l	202	213	119	128
Nitrates mg/l	1000	264	120	600
Nitrites mg/l	0	0	0	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	-	-	450	800
Chrome mg/l	200	74	66	64
DCO mg/l	6400	7230	4200	10300
DBO <sub>5</sub> mg/l	1100	1450	1550	1600

\* Filtre non fonctionnel

**Tableau 23 : Evolution des caractéristiques physico-chimiques dans les bassins de traitement de l'usine au mois d'Août 1999**

Echantillons Paramètres	Bac de relevage	Avant Filtre 1	après Filtre 2	Regard de contrôle
pH	10	9	9	9
Température °c	29°	29°	28°	28°
CND µs /cm	7920	14000	22710	11320
MES mg/l	3150	4812,5	3840	2800
Sulfates mg/l	100	0	100	0
Sulfures mg/l	-	-	-	-
Nitrates mg/l	200	290	330	260
Nitrites mg/l	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	-	-	-	-
Chrome mg/l	45	33	27	12
DCO mg/l	8100	6430	8100	11700
DBO <sub>5</sub> mg/l	1350	1650	1800	1850

### III- DISCUSSIONS

#### 1- Contraintes et insuffisance de l'étude

##### 1.1- Prélèvement d'échantillon

- **Eau du fleuve**

En période hivernale, il n'était pas aisé d'atteindre la profondeur et la distance requises par les techniques de prélèvements à cause d'un courant fort.

- **Eaux usées**

A défaut de flacons lestés, les prélèvements du bac de relevage ont été effectués dans des flacons de sérum, qui nécessitaient d'abord un recueillement de l'échantillon en surface afin de faciliter le remplissage en profondeur.

Tous les échantillons ont été prélevés manuellement. Les échantillons mis dans un carton au lieu d'un récipient thermostaté sont transportés en voiture au Laboratoire National de la santé.

##### 1.2- Détermination des paramètres

Les paramètres ont été déterminés en fonction des produits chimiques utilisés par la T.A.O., le type de pollution lié à la tannerie, mais aussi les matériels disponibles au laboratoire.

En ce qui concerne les paramètres physico-chimiques :

- la mesure du pH et de la température a été faite in situ.
- La détermination des MES sulfures,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{DBO}_5$ , DCO ; a commencé le jour du prélèvement.
- Certains paramètres ont été déterminés le lendemain après conservation au réfrigérateur à une  $t^\circ \leq 4^\circ\text{C}$ .

**Remarque :** Il faut remarquer que certains paramètres n'ont pas pu être déterminés mensuellement à cause des contraintes matérielles :

- \* le chrome aux mois de novembre, décembre et janvier ;
- \* sulfures, nitrites,  $\text{NH}_4^+$  au mois d'Août.

##### 1.3- Méthodes

Certaines méthodes utilisées étaient moins précises. Ce sont :

- le Kit Aquaquant 14400 ammonium.

C'est une méthode très facile, mais l'appréciation des résultats est approximative.

- le papier indicateur de pH.

Le papier pH utilisé durant cette étude avait une valeur maximale de 10. Or certains échantillons d'eaux usées avaient des pH > 10.

#### 1.4- Normes

En absence de normes nationales, nous nous sommes référés aux normes de 13 pays (tableau 4) et aux normes françaises des eaux brutes (tableau 2 et 3).

### 2- Analyse et interprétation des résultats

#### 2.1- Analyse

##### 2.1.1- Analyse de l'eau du fleuve

- Au point de confluence

Les résultats montrent un pH minimum de 6,00 en Août et un maximum de 7,00 en Mai 1999.

L'eau est faiblement minéralisée avec une conductivité maximale de 270  $\mu\text{s}/\text{cm}$  en Avril et un minimum de 62,50  $\mu\text{s}/\text{cm}$  en Janvier.

On note la présence des nitrates dans 88,88% des échantillons, avec un maximum de 7,10 mg/l en Avril 1999.

D'après ces résultats, les valeurs de conductivité et de nitrates sont plus élevées pendant l'étiage que pendant la crue. Pendant l'étiage, la diminution du niveau d'eau du fleuve entraîne une augmentation de la concentration des minéraux ; alors que pendant la crue, il y a une forte dilution.

Le chrome a été retrouvé dans tous les échantillons étudiés à des teneurs inférieures aux normes françaises (0,05 mg/l) sauf en Juillet et Août où on a enregistré des valeurs respectives de 0,1 et 0,07 mg/l soit 28,58% des échantillons.

Cette augmentation pendant l'hivernage explique l'arrivée des eaux de ruissellement en plus de l'apport continu de l'effluent de la T.A.O.

Nous constatons une absence totale des sulfures mais une présence des sulfates à des taux négligeables.

Les résultats obtenus au cours de ce travail mettent en évidence des valeurs de D.B.O<sub>5</sub> et D.C.O. supérieures aux normes. Les valeurs les plus élevées de D.B.O<sub>5</sub> et D.C.O. ont été enregistrées respectivement en Avril et Juillet 1999. Cette augmentation pourrait avoir comme causes :

- la diminution du niveau d'eau du fleuve pendant l'étiage ;
- l'arrivée importante des matières organiques par les eaux de ruissellement.

La teneur en MES est au dessus des normes dans tous les échantillons étudiés. La valeur la plus élevée est de 1920 mg/l en Août.

#### • **En amont du point de confluence**

Le tableau 8 montre que l'eau est faiblement minéralisée. La conductivité maximale est de 120 µs/cm en Avril 1999 et la minimale a été enregistrée en Novembre 1998 et en Août 1999.

Nous notons une présence des nitrates dans 88,88% des échantillons. Leur taux au cours de ce travail est au dessous des normes françaises avec un taux maximal de 5,28 mg/l en Février 1999.

L'ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et les nitrites ont été retrouvés dans les échantillons à des valeurs inférieures aux normes. Leur présence explique une pollution récente par les matières organiques puisque les nitrites et NH<sub>4</sub><sup>+</sup> représentent les étapes intermédiaires de la dégradation de la matière organique.

Le chrome a été retrouvé dans 85,71% des échantillons étudiés et absent dans 14,29% des échantillons. Les valeurs au dessus des normes françaises du chrome représentent 14,29% des échantillons.

La teneur en chrome est élevée à ce niveau car, il représente l'aval du point de rejet de la TAMALI (Tannerie du Mali).

Les valeurs les plus élevées en MES ont été enregistrées en Juillet ; ceci est la conséquence des eaux de ruissellement.

Les sulfates sont présents dans 44,44% des échantillons à des taux négligeables avec un maximum de 4 mg/l et absents dans 55,56% des échantillons.

Nous remarquons ici aussi une absence totale des sulfures.

Comme au point de confluence, la D.B.O<sub>5</sub> et la D.C.O. présentent des valeurs au dessus des normes françaises. Les taux les plus élevés sont enregistrés en Mars et Avril pour la D.B.O<sub>5</sub> et en Août pour la D.C.O.

#### • **En aval du point de confluence**

Ici aussi la minéralisation est faible avec une valeur maximale de 128,1  $\mu\text{s}/\text{cm}$  en mars 1999.

Le pH avoisine la neutralité.

L'ion  $\text{NH}_4^+$  et les nitrates ont été retrouvés dans tous les échantillons à des taux au dessous des normes.

Nous notons la présence du chrome dans tous les échantillons analysés. La concentration du chrome est supérieure aux normes françaises dans 42,85% des échantillons. Ces valeurs ont été enregistrées en Mars, Avril et Juillet 1999. Cette augmentation de teneur peut être due à :

- la diminution du niveau d'eau en Mars et Avril, d'où une concentration des minéraux dans l'eau ;
- l'arrivée des eaux de ruissellement dans le fleuve ;
- l'apport des eaux usées de la T.A.O.

Le tableau 9 nous montre aussi des valeurs élevées de D.B.O<sub>5</sub>, D.C.O. et MES dans tous les échantillons avec des maxima respectifs de 300 mg/l (en Février et Juin 1999), 1190 mg/l en Mars et 1300 mg/l en Août.

## 2.1.2- Analyse des eaux usées

### • Au niveau du bac de relevage

Les échantillons prélevés à ce niveau ont un pH minimum de 10.

Les nitrates et  $\text{NH}_4^+$  ont été retrouvés dans tous les échantillons. Par contre les nitrites sont absents dans 88,88% des échantillons.

La peau étant une matière organique, sa décomposition explique la présence des nitrites,  $\text{NH}_4^+$  et nitrates.

En plus de la dégradation de la matière organique, la présence de  $\text{NH}_4^+$  est due à l'utilisation de l'ammoniaque dans la fabrication de la peau.

Les sulfates sont retrouvés dans 90% des échantillons avec une valeur maximale de 4900 mg/l en Juin.

On constate une présence des sulfures dans 77,78% des échantillons, et une absence aux mois de Novembre 1998 et Juin 1999.

Cette absence pourrait s'expliquer de deux manières soit l'oxydation des sulfures en sulfates soit le prélèvement a eu lieu dans le bac de relevage avant ou après évacuation des eaux usées contenant les sulfures(eaux issues de l'épilage).

Le chrome est présent dans tous les échantillons. Sa valeur maximale enregistrée est de 780 mg/l en Juin 1999. Ceci s'explique par la quantité de peaux tannées. La quantité de produits chimiques utilisée est proportionnelle à la quantité de peaux à tanner.

Des valeurs élevées de D.B.O<sub>5</sub> et D.C.O ont été enregistrées.

On note aussi une présence importante des MES due à l'arrivée des eaux (trempage et épilage) qui contiennent des morceaux de chair, de poils dans le bac de relevage.

### • Regard de contrôle

Les analyses d'eaux usées du regard de contrôle (Tableau 13) montrent un pH minimum de 9.

Les nitrites sont absents dans tous les échantillons.

Les teneurs de  $\text{NH}_4^+$  et MES au cours de ce travail sont supérieures aux normes dans les 13 pays (Tableau 4). Par contre, celles des sulfates sont inférieures aux normes dans les 13 pays.

Le chrome a été retrouvé dans tous les échantillons étudiés avec une valeur maximale de 64 mg/l en Juillet 1999 et minimale de 2 mg/l en Avril 1999. Toutes ces valeurs du chrome de l'effluent rejeté au cours de ce travail sont dessus des valeurs normales de 10 sur 11 pays ayant des normes en chrome (Tableau 4).



Toutes les valeurs de D.B.O<sub>5</sub> et D.C.O sont largement au dessus des normes avec des minimales respectives de 1150 mg/l et 1900 mg/l.

## 2.2- Interprétation :

Les résultats pour être mieux interprétés ont été classés selon les lieux de prélèvement.

### 2.2.1- Eau du fleuve Niger :

La comparaison des caractéristiques physico-chimiques entre les différents points de prélèvement suivants :

- l'amont et le point de confluence
- le point de confluence et l'aval
- l'amont et l'aval.

permet d'apprécier la qualité de l'eau du fleuve

#### a- Variation des caractéristiques physico-chimiques entre l'amont et le point de confluence.

**Tableau 24** : Variation des caractéristiques physico-chimiques entre l'amont point de confluence

Mois Paramètres	Nov.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
CND µs/cm	<b>73,3</b> 60	<b>62,5</b> 72	<b>210</b> 80	<b>145</b> 91,9	<b>270</b> 120	<b>195,6</b> 112	<b>159,8</b> 102,1	<b>100</b> 97,3	<b>70</b> 60
MES mg/l	<b>120</b> 80		<b>280</b> 640	<b>680</b> 130	<b>210</b> 630	<b>960</b> 440	<b>840</b> 680	<b>1240</b> 820	<b>1920</b> 800
pH	<b>6,7</b> 6,54	<b>6,9</b> 6,7	<b>6,7</b> 6,8	<b>6,5</b> 6,9	<b>6,9</b> 6,6	<b>7</b> 6,9	<b>6,6</b> 6,5	<b>6,2</b> 6,2	<b>6</b> 6,1
Nitrates mg/l	<b>6,6</b> 2,64	<b>4,4</b> 5,28	<b>7,04</b> 5,28	<b>7,05</b> 4,4	<b>7,10</b> 2,68	<b>3,52</b> 0,033	<b>1,76</b> 0,44	<b>2,2</b> 3,08	<b>3,08</b> 0
Nitrites mg/l	<b>0,026</b> 0,003	<b>0</b> 0	<b>0,09</b> 0,33	<b>0</b> 0,04	<b>0</b> 0,023	<b>0</b> 0,013	<b>0,033</b> 0,033	<b>0,21</b> 0,22	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	<b>0,1</b> 0,05	<b>1</b> 0,8	<b>1,5</b> 0,3	<b>0,85</b> 0,4	<b>0,4</b> 0,3	<b>0,3</b> 0,2	<b>0,5</b> 0,2	<b>0,5</b> 0,1	-
Chrome mg/l			<b>0,03</b> 0,02	<b>0,03</b> 0,04	<b>0,02</b> 0,02	<b>0,02</b> 0,01	<b>0,02</b> 0	<b>0,1</b> 0,06	<b>0,07</b> 0,01
DCO mg/l	<b>500</b> 490	<b>560</b> 450	<b>830</b> 450	<b>1080</b> 490	<b>1130</b> 570	<b>730</b> 530	<b>760</b> 300	<b>1400</b> 660	<b>1310</b> 980
DBO <sub>5</sub> mg/l	<b>200</b> 150	<b>200</b> 200	<b>300</b> 220	<b>300</b> 300	<b>400</b> 300	<b>362</b> 240	<b>300</b> 200	<b>300</b> 210	<b>200</b> 200

**NB** : Les valeurs en gras représentent celles du point de confluence et les autres représentent celles de l'amont.

Les résultats montrent une valeur plus élevée de la conductivité au point de confluence qu'en amont sauf en janvier (où on a enregistré 62,5  $\mu\text{s}/\text{cm}$  au point de confluence contre 72  $\mu\text{s}/\text{cm}$  en amont).

A l'exception des mois de février et avril, la teneur en MES reste supérieure au point de confluence qu'en amont.

Durant notre étude, la concentration du chrome au point de confluence reste plus élevée qu'en amont sauf au mois de mars.

La concentration des nitrates au point de confluence est supérieure à celle de l'amont sauf en janvier et juillet.

On constate que la valeur des nitrites en amont est supérieure à celle du point de confluence en février, mars, avril, mai, juillet.

Une diminution de valeurs de nitrites de l'amont vers le point de confluence a été enregistrée en novembre.

Les résultats de  $\text{DBO}_5$  au point de confluence sont supérieurs à ceux de l'amont sauf en janvier, mars et août 1999 où les valeurs sont constantes.

Toutes les valeurs de DCO et  $\text{NH}_4^+$  du point de confluence sont supérieures à celles de l'amont.

**Au point de confluence, les concentrations au dessus des normes de DCO, de  $\text{DBO}_5$  retrouvées durant l'étude, et le chrome à certains mois de l'étude, sont dues aux rejets de la TAO.**

**b- Variations des caractéristiques physico-chimiques entre le point de confluence et l'aval**

**Tableau 25 : Variation des caractéristiques physico-chimiques entre le point de confluence et l'aval**

Mois	Nov.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
<b>Paramètres</b>									
CND $\mu\text{s/cm}$	<b>73,3</b> 103,4	<b>62,5</b> 89,8	<b>210</b> 110	<b>145,5</b> 128,1	<b>270</b> 100	<b>195,6</b> 98,9	<b>159,8</b> 100,4	<b>100</b> 91,8	<b>70</b> 70
MES mg/l	<b>120</b> 230	-	<b>280</b> 640	<b>680</b> 840	<b>210</b> 910	<b>960</b> 1240	<b>840</b> 1720	<b>1240</b> 1240	<b>1920</b> 1300
pH	<b>6,7</b> 6,8	<b>6,9</b> 6,8	<b>6,7</b> 6,5	<b>6,5</b> 7,1	<b>6,9</b> 6,5	<b>7</b> 6,9	<b>6,6</b> 6,5	<b>6,2</b> 6,2	<b>6</b> 6,5
Nitrate mg/l	<b>6,6</b> 4,4	<b>4,4</b> 4,4	<b>7,04</b> 7,92	<b>7,05</b> 8,36	<b>7,10</b> 3,52	<b>3,52</b> 0,088	<b>1,76</b> 1,32	<b>2,2</b> 3,08	<b>3,08</b> 0,88
Nitrites mg/l	<b>0,026</b> 0,33	<b>0</b> 0	<b>0,09</b> 0,033	<b>0</b> 0,056	<b>0</b> 0,013	<b>0</b> 0,023	<b>0,033</b> 0,37	<b>0,21</b> 0,059	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/L	<b>0,1</b> 0,1	<b>1</b> 0,9	<b>1,5</b> 0,2	<b>0,85</b> 0,5	<b>0,4</b> 0,3	<b>0,3</b> 0,3	<b>0,5</b> 0,6	<b>0,5</b> 0,5	-
Chrome mg/l	-	-	<b>0,03</b> 0,03	<b>0,03</b> 0,06	<b>0,02</b> 0,06	<b>0,02</b> 0,02	<b>0,02</b> 0,01	<b>0,1</b> 0,08	<b>0,07</b> 0,01
DCO mg/l	<b>500</b> 720	<b>560</b> 670	<b>830</b> 730	<b>1080</b> 1190	<b>1130</b> 1840	<b>730</b> 760	<b>760</b> 600	<b>1400</b> 1020	<b>1310</b> 1060
DBO <sub>5</sub> mg/l	<b>200</b> 200	<b>200</b> 200	<b>300</b> 300	<b>300</b> 200	<b>400</b> 350	<b>362</b> 300	<b>300</b> 300	<b>300</b> 200	<b>200</b> 200

**NB :** Les valeurs en gras représentent celles du point de confluence et les autres valeurs représentent celles de l'aval.

On constate que la minéralisation est plus forte au point de confluence qu'en aval durant les mois de février, mars avril, mai et juin que durant les mois de novembre, janvier et août.

Les valeurs de MES au point de confluence sont inférieures à celles de l'aval sauf aux mois de juillet et Août.

Le pH est proche de la neutralité aussi bien qu'au point de confluence qu'en aval.

Les nitrates sont plus élevés au point de confluence qu'en aval aux mois de novembre, mai, juin, et août. On constate l'inverse aux mois de février, mars, et juillet 1999.

On retrouve très peu de nitrites aussi bien en aval qu'au point de point de confluence sauf en novembre 1998 et en juin 1999 où ils sont élevés en aval.

Les concentrations de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> sont beaucoup plus élevées au point de confluence qu'en aval.

La concentration en chrome est supérieure à la norme française au point de confluence aux mois de juillet et août 1999 tandis que en aval, elle est supérieure à la norme aux mois de mars, avril et juillet 1999.

Quant à la DCO, les valeurs sont plus élevées au point de confluence qu'en aval aux mois de février, juin, juillet et août 1999, tandis que on a l'inverse aux mois de novembre 1998, janvier, mars, avril et mai 1999.

Les valeurs de DBO<sub>5</sub> sont plus élevées au point de confluence qu'en aval durant les mois de mars, avril, mai et juillet 1999. Ces valeurs restent constantes aux deux points aux mois de novembre 1998, janvier, juin et août 1999.

**En comparant les caractéristiques physico-chimiques au point de confluence et de l'aval, on peut dire :**

- la minéralisation est plus élevée qu'au point de confluence en aval pendant l'étiage que la crue
- la pollution par le chrome se retrouve aux deux points
- les valeurs de DBO<sub>5</sub> et DCO sont supérieures aux deux points durant toute la période de l'étude.

**c- Variation des caractéristiques physico-chimiques entre l'amont et l'aval**

**Tableau 26 : Variation des caractéristiques physico-chimiques entre l'amont et l'aval**

Mois	Nov.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
<b>Paramètres</b>									
CND $\mu\text{s/cm}$	<b>60</b> 103,4	<b>72</b> 89,8	<b>80</b> 110	<b>91,9</b> 128,1	<b>120</b> 100	<b>112</b> 98,9	<b>102,1</b> 100,4	<b>97,3</b> 91,8	<b>60</b> 70
MES mg/l	<b>80</b> 230	- -	<b>640</b> 640	<b>130</b> 840	<b>630</b> 910	<b>440</b> 1240	<b>680</b> 1780	<b>820</b> 1240	<b>800</b> 1300
pH	<b>6,54</b> 6,8	<b>6,7</b> 6,8	<b>6,8</b> 6,5	<b>6,9</b> 7,1	<b>6,6</b> 6,5	<b>6,9</b> 6,9	<b>6,5</b> 6,5	<b>6,2</b> 6,2	<b>6,1</b> 6,5
Nitrate mg/l	<b>2,64</b> 4,4	<b>5,28</b> 4,4	<b>5,28</b> 7,92	<b>4,4</b> 8,36	<b>2,68</b> 3,52	<b>0,033</b> 0,088	<b>0,44</b> 1,32	<b>3,08</b> 3,08	<b>0</b> 0,88
Nitrites mg/l	<b>0,003</b> 0,33	<b>0</b> 0	<b>0,33</b> 0,033	<b>0,04</b> 0,056	<b>0,023</b> 0,013	<b>0,013</b> 0,023	<b>0,033</b> 0,37	<b>0,22</b> 0,059	-
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	<b>0,05</b> 0,1	<b>0,8</b> 0,9	<b>0,3</b> 0,2	<b>0,4</b> 0,5	<b>0,3</b> 0,3	<b>0,2</b> 0,3	<b>0,2</b> 0,6	<b>0,1</b> 0,5	-
Chrome mg/l	-	-	<b>0,02</b> 0,03	<b>0,04</b> 0,06	<b>0,02</b> 0,06	<b>0,01</b> 0,02	<b>0</b> 0,01	<b>0,06</b> 0,08	<b>0,01</b> 0,01
DCO mg/l	<b>490</b> 720	<b>450</b> 670	<b>450</b> 730	<b>490</b> 1190	<b>570</b> 1840	<b>530</b> 760	<b>300</b> 600	<b>660</b> 1020	<b>980</b> 1060
DBO <sub>5</sub> mg/l	<b>150</b> 200	<b>200</b> 200	<b>220</b> 300	<b>300</b> 200	<b>300</b> 350	<b>240</b> 300	<b>200</b> 300	<b>210</b> 200	<b>200</b> 200

**NB :** Les valeurs en gras représentent celles de l'amont et les autres valeurs représentent celles de l'aval.

La conductivité est plus élevée en aval qu'en amont sauf au mois d'août.

Tout au long de cette étude, les teneurs en MES en aval sont plus élevées que celles de l'amont.

Les concentrations des nitrites, nitrates et NH<sub>4</sub><sup>+</sup> sont beaucoup plus élevées en aval qu'en amont.

Toutes les valeurs du chrome en aval sont supérieures à celles de l'amont durant ce travail sauf au mois d'août 1999.

Les concentrations du chrome en amont sont supérieures aux normes françaises en juillet 1999. En aval, elles sont supérieures aux normes en mars, avril et juillet 1999.

Quant à la DCO toutes les valeurs sont plus élevées en aval qu'en amont. La DBO<sub>5</sub> est plus élevée en aval qu'en amont aux mois de novembre 1999, février, avril, mai et juin 1999 tandis que elle reste constante en janvier et août 1999.

**Les valeurs des caractéristiques physico-chimiques de l'eau du fleuve sont plus élevées en aval qu'en amont du point de confluence.**

### CONCLUSION

L'eau est faiblement minéralisée. Ce taux faible est surtout accentuée en amont aux mois de novembre et août.

La valeur moyenne du pH est plus basse en aval (5,92) qu'en amont (6,58).

La valeur la plus élevée des MES est de 1920 mg/l en août au point de confluence et la plus faible 80 mg/l en novembre en amont.

Les résultats des MES montrent une moyenne qui augmente de valeur de l'amont (527,5 mg/l), vers l'aval (1022,5 mg/l) en passant par le point de confluence (781,25 mg/l).

Les valeurs de  $\text{NH}_4^+$  sont plus élevées au point confluence qu'en aval. Les valeurs de l'aval sont aussi plus importantes que celles de l'amont.

Au cours de ce travail la moyenne obtenue pour :

- les nitrites est de :  
0,11 mg/l en aval  
0,08 mg/l en amont  
0,04 mg/l au point de confluence
- les nitrates est de :  
4,75 mg/l au point de confluence  
3,77 mg/l en aval  
2,64 mg/l en amont.

Pour le chrome la moyenne obtenue est plus élevée au point confluence (0,041 mg/l) qu'en aval (0,038 mg/l). Cette dernière valeur est aussi plus élevée qu'en amont (0,023 mg/l).

Tous les échantillons d'eau du fleuve présentent une valeur importante de DCO et  $\text{DBO}_5$ .

La valeur maximale (1840 mg/l) a été enregistrée en aval au mois d'avril et celle de  $\text{DBO}_5$  (400 mg/l) au point de confluence en avril.

Les résultats montrent une moyenne de  $\text{DBO}_5$  et DCO respectivement :

- 250 mg/l et 954,4 en aval ;
- 284,66 mg/l et 922,22 mg/l au point de confluence ;
- 224,44 mg/l et 546,66 mg/l en amont.

**Nous avons trouvé dans l'eau du fleuve une concentration maximale en chrome égale à 0,1 mg/l. La concentration du chrome dans l'eau du fleuve n'a été déterminée dans aucune étude antérieure.**

**Par contre, nous avons trouvé des valeurs de DBO<sub>5</sub> et DCO dans le fleuve supérieures aux valeurs trouvées par Touré A.N. (23)**

### **2.2.2- Eaux usées :**

- La comparaison des caractéristiques physico-chimiques entre les différents points de prélèvement suivants :
  - filtre 2 et regard de contrôle
  - bac de relevage et regard de contrôle ;

permet d'apprécier le traitement des eaux usées.

- Une comparaison des valeurs des caractéristiques physico-chimiques de l'effluent de la T.A.O. avec les valeurs indicatives limites des 13 pays permet d'apprécier la qualité de l'eau rejetée par la TAO dans le fleuve Niger.

#### **a- Comparaison des caractéristiques physico-chimiques des eaux usées après le filtre 2 et au niveau du regard de contrôle**

Les caractéristiques se trouvent dans le tableau 27.

**Tableau 27 : Comparaison des caractéristiques physico-chimiques des eaux usées après le filtre 2 et au niveau du regard de contrôle (effluent)**

Mois	Nov.	Déc.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Paramètres										
pH	>10 10	10 9	>10 10	10 10	10 9	10 10	9 9	9 9	9 9	9 9
MES mg/l	9600 6560	6440 7520	7360 16220	12520 13120	16640 14080	2880 2900	8960 10320	2560 8960	12800 12500	3840 2800
Sulfates mg/l	600 600	1100 900	100 100	0 0	100 100	800 100	200 50	0 0	0 0	100 0
Sulfures mg/l	15 12	26,9 171	100 110	37,4 22	9 94	48 44	172 51	180 12	119 128	- -
Chrome mg/l	-	-	-	4 14	60 59	2 2	49 52	19 12	66 64	27 12
D.C.O. mg/l	1620 1910	3100 3400	6800 10700	4100 5500	4390 5890	3600 3505	3290 6370	2100 2400	4200 10300	8100 11700
D.B.O <sub>5</sub> mg/l	980 1198	920 1920	1280 1440	2000 1900	1800 2300	1500 1500	1300 1600	1150 1300	1550 1600	1800 1850
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	200 150	100 800	1000 1000	600 800	600 800	450 600	800 450	200 150	450 800	-
Nitrites mg/l	0 0	0 0	0 0	0,99 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	-
Nitrates mg/l	335 347	480 670	660 700	580 610	180 740	510 605	420 660	312 292	120 600	330 260

NB : les valeurs en gras représentent celles du filtre 2 (chiffres en haut à gauche) et les autres valeurs celles du Regard de contrôle (chiffres en bas à droite).



Nous constatons que :

- le pH diminue entre le dernier hautement de l'usine et au niveau du regard de contrôle dans 40 % des échantillons analysés. Il est stable dans 60 % des échantillons ;
- les MES diminuent dans 40 % des échantillons, mais elles augmentent dans 60 % des échantillons analysés ;
- les concentrations des sulfures diminuent de valeur dans 56, 56 % de tous les échantillons, avec un taux de réduction de 20 % en Novembre 98, 41,17 % en Février 99, 8,33, en Avril, 70,38 %, en Mai et 93,33 % en Juin 99.
- les valeurs de DCO diminuent dans tous les échantillons ;
- les teneurs en chrome diminuent de valeur dans 57,17 % des échantillons avec un pourcentage de réduction de 98,33 % en Mars, 63,15 % en Juin 96, 96 % en Juillet et de 44,44 % en Avril. Par contre une augmentation du chrome dans 28,57 % des échantillons est observée. Les valeurs restent constantes dans 14,29 % des échantillons étudiés ;
- les valeurs de la DBO<sub>5</sub> diminuent dans 40 % des échantillons ; augmentent dans 50 % et restent stables dans 10 % ;
- les teneurs en sulfates diminuent dans 40 % des échantillons restent constantes dans 30 %. Par contre les sulfates sont absents dans 30 % ;
- les taux des nitrates diminuent dans 10 % des échantillons et ceux des ions NH<sub>4</sub> + dans 33,33 %. Mais les taux des nitrates augmentent dans 90 % des échantillons et ceux de NH<sub>4</sub> + dans 56,61 %. Les taux des ions NH<sub>4</sub> + sont stables dans 11,11 % des échantillons.

**b- Comparaison des caractéristiques physico-chimiques des eaux usées du bac de relevage (entrée de la station de traitement à celles du regard de contrôle (effluent de la TAO)**

Les caractéristiques des eaux usées au niveau des deux points se trouvent dans le tableau 28.

**Tableau 28 : Comparaison des caractéristiques physico-chimiques des eaux usées du bac de relevage (entrée de la station de traitement) à celles du regard de contrôle (effluent de la TAO)**

Mois	Nov.	Déc.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
<b>Paramètres</b>										
pH	>10 10	10 9	>10 10	>10 10	>10 9	>10 10	10 9	10 9	>10 9	10 9
MES mg/l	<b>24640</b> 6560	<b>7920</b> 7520	<b>6720</b> 16220	<b>36440</b> 13120	<b>17440</b> 14080	<b>6880</b> 2900	<b>11640</b> 10320	<b>12960</b> 8960	<b>16480</b> 12500	<b>3150</b> 2800
Sulfates mg/l	<b>3500</b> 600	<b>1100</b> 900	<b>2100</b> 100	<b>3400</b> 0	<b>200</b> 100	<b>2000</b> 100	20 50	<b>4900</b> 0	<b>0</b> 0	<b>100</b> 0
Sulfures mg/l	<b>0</b> 12	<b>36,8</b> 171	<b>140</b> 110	<b>15,2</b> 22	<b>146</b> 94	22 44	<b>138</b> 51	<b>0</b> 12	<b>202</b> 128	- -
Nitrates mg/l	<b>171</b> 347	<b>660</b> 670	<b>810</b> 700	<b>150</b> 610	<b>1050</b> 740	<b>120</b> 605	<b>440</b> 660	<b>396</b> 292	<b>1000</b> 600	<b>200</b> 260
Nitrites mg/l	<b>0</b> 0	<b>0</b> 0	<b>0</b> 0	<b>0</b> 0	<b>0</b> 0	<b>0,6</b> 0	<b>0</b> 0	<b>0</b> 0	<b>0</b> 0	<b>0</b> 0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	<b>150</b> 150	<b>100</b> 800	<b>1000</b> 1000	<b>150</b> 800	<b>400</b> 800	<b>800</b> 600	<b>600</b> 450	<b>50</b> 150	- -	- -
Chrome mg/l	-	-	-	<b>130</b> 14	<b>120</b> 59	<b>56</b> 2	<b>98</b> 52	<b>780</b> 12	<b>200</b> 64	<b>45</b> 12
D.C.O. mg/l	<b>1170</b> 1910	<b>3000</b> 3400	<b>2700</b> 10700	<b>5100</b> 5500	<b>5730</b> 5890	<b>2600</b> 3505	<b>5270</b> 6370	- 2400	<b>6400</b> 10300	<b>8100</b> 11700
D.B.O <sub>5</sub> mg/l	<b>920</b> 1198	<b>800</b> 1920	<b>1000</b> 1440	<b>200</b> 1900	<b>1400</b> 2300	<b>300</b> 1500	<b>600</b> 1600	<b>1000</b> 1150	<b>1100</b> 1600	<b>1350</b> 1850

**NB :** les valeurs en gras représentent celles du bac de relevage et les autres celles du Regard de contrôle.

On constate que :

- les valeurs de pH du bac de levage sont supérieures à celles du regard de contrôle ;
- les teneurs des MES demeurent très élevées, mais diminuent au niveau du regard de contrôle ;
- les taux des sulfates diminuent entre l'entrée et la sortie. Par contre, une augmentation du taux des sulfures est constatée dans 66,66% des échantillons ;
- les teneurs en chrome sont plus élevées à l'entrée qu'à la sortie ;
- les valeurs de la D.C.O. sont plus élevées à la sortie qu'à l'entrée dans tous les échantillons. Au niveau des bassins se trouvent des morceaux de peaux dont la décomposition par réaction pourrait expliquer l'augmentation de la D.C.O. ;
- les valeurs de la D.B.O<sub>5</sub> sont plus basses à l'entrée qu'à la sortie.  
L'augmentation de la D.B.O<sub>5</sub> au niveau de l'effluent peut s'expliquer par la décomposition des morceaux de peaux dans les bassins. La peau est une matière organique, en se décomposant charge davantage l'effluent.  
L'augmentation de l'effluent en matières organiques conduit à une augmentation de la D.B.O<sub>5</sub>.

**c- Comparaison des valeurs des caractéristiques physico-chimiques de l'effluent de la TAO aux valeurs limites indicatives de treize pays.**

Les valeurs des caractéristiques physico-chimiques de l'effluent et les valeurs indicatives limites se trouvent dans le tableau 29.

**Tableau 29 : Comparaison de l'effluent de la Tannerie de l'Afrique de l'Ouest aux Normes**

Mois Paramètres	Nov.	Déc.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Valeurs indicatives	
											Limites	Moyennes
Température °C	31°2	26°3	30°	30°	29°	30°1	30°	31°	29°	28°	30 - 65	47,5
pH	10	9	10	10	9	10	9	9	9	9	5 - 10	7,5
MES mg/l	6560	7520	16220	13120	14080	2900	10320	8960	12500	2800	20 - 100	60
TDS	10900	8000	11000	9000	8000	8700	8760	11000	1200	5660	1000-2000	1500
Chrome mg/l	-	-	-	14	59	2	52	12	64	12	0,2 - 50	25,01
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	150	800	1000	800	800	600	450	150	800	-	0,1 - 30	15,05
Sulfures mg/l	12	171	110	22	94	44	51	12	128	-	0 - 10	5
Sulfates mg/l	600	900	100	0	100	100	50	0	0	0	1500	1500
D.C.O. mg/l	1910	3400	10700	5500	5890	3505	6370	2400	10300	11700	75 - 120	87,5
D.B.O <sub>5</sub> mg/l	1198	1920	1440	1900	2300	1500	1600	350	600	1850	5 - 60	32,5

- Il ressort de ce tableau que :

. le pH de l'effluent de la T.A.O. reste dans les normes (valeurs limites de 13 pays) ;

. L'effluent présente des teneurs en MES, sels dissous, en ions  $\text{NH}_4^+$ , en sulfures et les valeurs de DCO et D.B.O<sub>5</sub> sont au dessus des valeurs indicatives limites ;

. le taux de chrome est supérieur aux valeurs indicatives limites dans 42,86% des échantillons ;

. notre étude a montré (Novembre 1998 à Août 1999), que l'effluent de la T.A.O. n'est pas dans les normes.

**- D'autre part la valeur maximale en chrome au niveau du regard de contrôle est environ 10 fois supérieure à celle trouvée par Touré AN (23) au point de rejet en 1996.**

Nos valeurs maximales de D.B.O<sub>5</sub> et D.C.O sont respectivement supérieures de 3 et 5 fois à celles trouvées par Touré AN (23) à ces mêmes points de prélèvement.

**Par contre les sulfures non été déterminés dans aucune étude antérieure.**

#### **IV. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS**

A la lumière de notre étude on peut conclure :

##### **Eau du fleuve Niger**

L'eau du fleuve est faiblement minéralisée en amont comme en aval de la source polluante. Les valeurs les plus faibles ont été enregistrées pendant la crue. Ceci est due aux phénomènes de dilution des eaux.

Tous les échantillons d'eau du fleuve présentent des teneurs en MES supérieures aux valeurs normales françaises.

Les teneurs élevées empêchent la pénétration de la lumière, et diminuent l'oxygène dissous. Ceci entraîne une limitation du développement aquatique, et à long terme l'eutrophisation du fleuve.

L'asphyxie des poissons par colmatage des branchies est souvent la conséquence d'une teneur élevée des matières en suspension.

D'une façon générale, les matières en suspension interviennent dans la composition de l'eau par leurs effets d'échanges d'ions ou adsorption aussi sur les éléments chimiques à l'état de traces que sur les micro organismes. De ce fait ils peuvent constituer un vecteur pour la pénétration de ces produits dans l'organisme.

Toutes les valeurs de DBO<sub>5</sub> et DCO sont au dessus des normes françaises. Ces valeurs élevées s'expliquent par une présence importante des matières organiques.

Le déversement des eaux usées (industrielles et urbaines), et des eaux de pluies (entraînant divers déchets) dans le fleuve, sont souvent la conséquence des valeurs élevées de DBO<sub>5</sub> et DCO.

Les taux des composés azotés (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) ne dépassent pas les valeurs normales. Ces composés proviennent habituellement de la dégradation incomplète (NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) et complète (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) de la matière organique.

La présence de ces composés azotés indique que la qualité de l'eau se dégrade. Les risques provoqués par les nitrates sont surtout importants pour le nourrisson et le fœtus.

La toxicité est indirecte puisque le système digestif du nourrisson réduit les nitrates en nitrites. Ces derniers se fixent sur l'hémoglobine en diminuant le transfert d'oxygène. C'est la méthémoglobinémie. La peau devient bleue, et la cyanose peut conduire à la mort par asphyxie.

Le même phénomène peut être la cause de mortalité chez les jeunes animaux.

Il est reconnu aussi que NH<sub>4</sub><sup>+</sup> est toxique pour la faune piscicole d'eau douce (14).

Le taux du chrome est supérieur aux valeurs normales françaises dans 28,57% des échantillons d'eau du fleuve. Ceci montre que les populations et la faune aquatique sont exposées à des risques d'intoxication.

Chez l'Homme, les plus fortes accumulations du chrome ont été observées dans la peau, les muscles. Le risque cancérigène n'est pas à exclure non plus (20).

L'absence totale des sulfures dans l'eau du fleuve est un atout car leur présence provoque une irritation de l'épithélium des muqueuses.

La qualité de l'eau du fleuve connaît des changements notables suivant les saisons, mais aussi l'amont et l'aval de la source polluante :

- en amont comme au point de confluence, on observe pendant la crue un taux élevé de D.C.O de MES et de chrome.

Pendant la décrue on observe un taux élevé de D.B.O<sub>5</sub> (due à la présence importante des matières organiques biodégradables) ;

- en aval les valeurs les plus élevées de DBO<sub>5</sub>, DCO et chrome ont été observées pendant la décrue ; indiquant ainsi une pollution.

Pendant la crue (saison des pluies) c'est la pollution par les MES et le chrome qui est observée.

### **Eaux usées**

Aucune réglementation n'est respectée par la T.A.O pour la protection du fleuve Niger notamment le Décret n° 95-325/P-RM portant modalités d'application de la Loi n°91-047 /AN-RM. Or ce fleuve est l'une des principales sources d'approvisionnement en eau de notre pays.

Les tableaux (13 et 29) montrent que de novembre 98 à Août 99 l'effluent industriel déversé dans le fleuve Niger ne répondait pas aux normes de rejets de l'un des 13 pays (tableau 4).

D'après les tableaux (14 à 23) aucun échantillon prélevé mensuellement ne présente une diminution de valeur des caractéristiques physico-chimiques étudiés. Il en résulte que le système de traitement actuel des eaux résiduaires de la Tannerie de l'Afrique de l'Ouest est inefficace.

Ces différentes remarques nous amènent à faire les **recommandations suivantes** :

### **1- Aux autorités de la Tannerie de l'Afrique de l'Ouest (TAO)**

#### **- Respect du plan conceptuel :**

- Mise en place des tamis et des bassins anaérobies
- Séparation des eaux chromées et non chromées au niveau du bac de relevage ;
- **Versement régulier du coagulant dans le bassin décanteur pour éviter l'obstruction des filtres ;**
- **Dépôt des boues sur le lit de séchage pour déshydratation, puis incinération ;**
- **Fonctionnement simultané des deux filtres ;**
- **Séparation du système de traitement des eaux usées industrielles à celui des eaux vannes ;**
- **Respect de l'ensemble des textes législatifs et réglementaires en vigueur.**

Ces recommandations doivent être prises en compte à court terme par les autorités de la T.A.O.

### **2. Aux autorités du pays**

- **Application stricte des mesures réglementaires déjà adoptées pour la protection du fleuve Niger.**
- **Contrôle régulier de l'effluent industriel par les laboratoires de contrôle de qualité en améliorant les plateaux techniques du Laboratoire National de l'Hydraulique et de l'Energie et du Laboratoire National de la Santé.**
- **Encouragement des études en matières de pollution des cours d'eau, de contrôle de qualité des rejets industriels et urbains.**
- **Sensibilisation des industriels et de la population sur les dangers pour la santé et environnement des produits chimiques utilisés.**
- **Elaboration et adoption immédiate des normes de qualité des eaux de rejet industrielles.**



- Installation obligatoire d'un système de traitement des rejets au niveau de chaque unité industrielle.
- Adoption d'une véritable politique de développement durable et un système de management de l'environnement.
- Toute installation industrielle nouvelle doit être précédée d'une étude d'impact environnementale.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Aloy. M, A. Vulliermet, B. Vulliermet :  
Tannerie et pollution  
Centre technique cuir, chaussure, maroquinerie  
4 Rue herman Frenkel-69367 Lyon. cedex 07-France.
2. Amigues J.P ; Bonieux F ; Le Goffe Ph. ; Point P.  
Valorisation des usages de l'eau.
3. Cours de toxicologie par UER des sciences pharmaceutiques – Université  
de Bordeaux II. 1970 – 1978 (8 tomes).
4. Dejoux C.  
"Pollution des eaux continentales africaines"  
Editions ORSTOM.
5. Encyclopédie médico-chirurgicale  
Intoxication des agents physiques (3 Tomes)  
Editions techniques 18, Rue Séquier, 75006 Paris-France.
6. Lauwerys R.  
Toxicologie industrielle et intoxication professionnelle  
Edition Masson 1992– Paris 693 pages.
7. Lefèvre M.J  
Abrégé des urgences toxicologiques, produits chimiques industriels non  
pharmaceutiques. Edition Masson 1980-paris 183 pages.
8. Leroy J.B  
Les déchets et leur traitement.  
2<sup>ème</sup> édition 12<sup>ème</sup> mille.
9. Niangaly A.  
Evaluation de la pollution des eaux résiduelles industrielles : application à  
cinq (5) unités industrielles de Bamako 41 pages  
Mémoire de chimie ENSUP – Bamako 1987 N°6.
10. OMS  
Directives de qualité de l'eau de boisson, volume 1 : recommandations  
GENEVE 1985.
11. OMS  
Directives de qualité de l'eau de boisson, volume 2 : critères d'hygiène  
et documentation à l'appui Genève 1986.

12. OMS  
Collecte et évacuation des eaux usées des collectivités  
Genève 1976.
13. OMS  
Directives de qualité de l'eau de boisson, volume 3 : contrôle de qualité  
de l'eau destinée à l'approvisionnement de petites collectivités  
Genève 1986.
14. Overman M.  
L'eau dans le monde- Problèmes et solutions  
Larousse, 17 rue du Montparnasse, Paris Viè.
15. Plan directeur d'assainissement de Bamako : 1993 – 2003, Volumes 1 et 2.
16. Protection de la nature  
convention de Washington  
Textes communautaires et internationaux. Edition, septembre 1990.
17. Ramade F .  
Ecotoxicologie, 2<sup>ème</sup> édition Paris Masson, 1979-228 pages.
18. Recueil des normes françaises  
eaux – méthodes d'essais, 4<sup>ème</sup> édition Afnor.
19. Revue « le Benin Medical N°11 1999 ».
20. Rodier J .  
L'analyse de l'eau  
Eaux naturelles – eaux résiduelles – eau de mer, 7<sup>ème</sup> édition Dunod 1984.
21. Semeguem S.  
Etude de quelques aspects de la pollution du fleuve Niger à Bamako.  
Evolution saisonnière de la qualité des eaux 99 Pages  
Thèse Pharmacie – Bamako, 1999 N°22.
22. Sidibé M.  
Etude de quelques aspects physico-chimiques de la pollution du fleuve  
Niger à Bamako et à Koulikoro  
Thèse Pharmacie – Bamako, 1992.
23. Touré A.N  
Impact des rejets liquides des tanneries et de l'abattoir sur les  
eaux du fleuve Niger à Bamako.  
Mémoire Biologie - ENSUP Bamako, 1996.

24. Touré S.H

Etude de quelques aspects des problèmes de la pollution de l'environnement et des risques d'exposition aux produits dans certaines unités industrielles de la zone industrielle du district de Bamako 86 pages, Thèse Pharmacie - Bamako, 1986 N°3.

25. Viland M.C

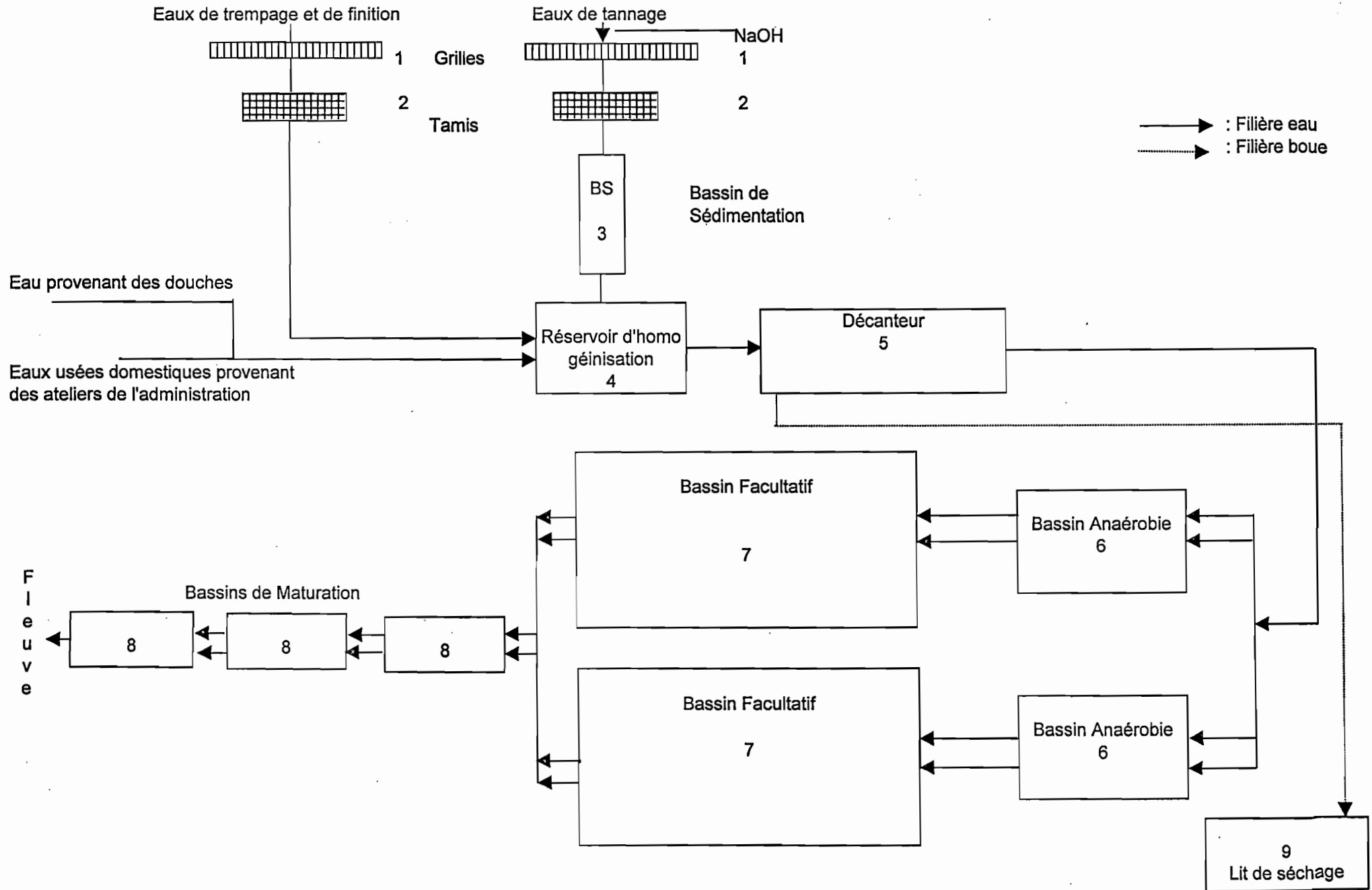
Eau et santé : Elément d'un manuel pédagogique pour des programmes d'hydrauliques villageois dans les pays en voie de développement 99 pages, Paris- Ministère de la coopération 1990.

26. W.H.O

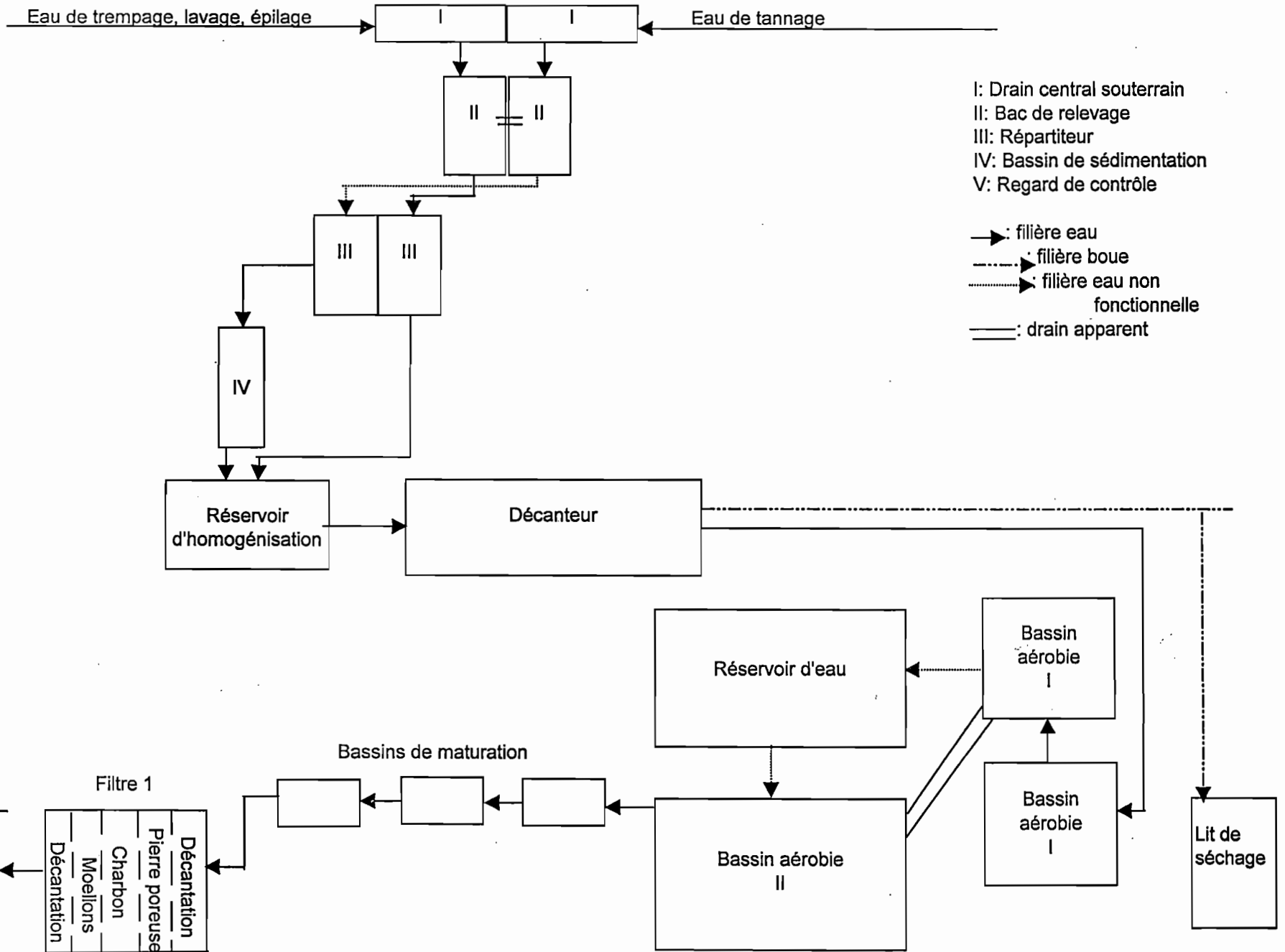
GEMS : Water operational guide - Geneva 1987.

**ANNEXES**

# PLAN CONCEPTUEL DE LA STATION DE TRAITEMENT DES EAUX USEES



# PLAN ACTUEL DE LA STATION DE TRAITEMENT



FL - 0 3 2 0

PRÉSIDENCE DE LA RÉPUBLIQUE

RÉPUBLIQUE DU MALI

UN PEUPLE - UN BUT - UNE FOI

SECRETARIAT GÉNÉRAL DU GOUVERNEMENT

// OI //° 91-047 /AN-RM

RELATIVE A LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE.

L'ASSEMBLEE NATIONALE, a délibéré et adopté en sa séance du 19 Janvier 1991

LE PRESIDENT DE LA REPUBLIQUE promulgue la loi dont la teneur suit :

CHAPITRE I : DEFINITIONS

ARTICLE 1ER/: Au sens de la présente loi on entend par :

Déchets : Les résidus d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, les substances, les matériaux produits ou plus généralement les biens meubles abandonnés ou que leur détenteur destine à l'abandon.

Pollution : Tout déversement, rejet dans l'eau et dans l'air de substances provoquant une modification de leurs propriétés physique, chimique, biologique et autres nuisibles à l'écosystème.

Bruit : Toute source sonore, fixe ou mobile, permanente ou temporaire susceptible de causer une gêne de nature à incommoder la population ou à nuire à la santé.

CHAPITRE II : DE L'ELIMINATION DES DECHETS

ARTICLE 2/ : Toute personne physique ou morale qui produit ou détient des déchets nocifs à l'écosystème est tenue d'en assurer ou d'en faire l'élimination conformément aux dispositions de la présente loi.

ARTICLE 3/ : Justification est faite aux autorités compétentes par toute personne physique ou morale que les déchets qu'elle produit ou détient sont susceptibles d'être éliminés.

ARTICLE 4/ : L'élimination des déchets englobe notamment les opérations de collecte, de transport, de stockage, de tri et de traitement nécessaires à la récupération de l'énergie ou d'éléments et matériaux recyclables ainsi que les dépôts ou les rejets dans le milieu naturel.

ARTICLE 5/ : L'élimination des déchets est faite dans des installations d'élimination créées à cet effet par arrêté interministériel du Ministre chargé de l'Environnement, de la Santé Publique et celui de l'Industrie, de l'Hydraulique et de l'Energie.



ARTICLE 6/ : Est assimilé à un abandon tout acte tendant sous le couvert d'une cession à titre gratuit ou onéreux à soustraire son auteur aux prescriptions de la présente ordonnance.

ARTICLE 7/ : Toute personne physique ou morale qui produit ou détient des déchets nocifs à l'environnement est tenue de fournir au Ministre chargé de l'Environnement les informations concernant l'origine, la nature, les caractéristiques, les quantités la destination et les modalités d'élimination des déchets.

CHAPITRE III : DE LA POLLUTION DES EAUX

ARTICLE 9/ : Est interdit tout déversement direct dans les cours d'eau, lacs, étangs, dans les eaux destinées à la réalimentation des nappes d'eau souterraines, dans les galeries de captage désaffectées, dans les puits et forages et sur les rives, de matières ou eaux usées, de résidus fermentescibles d'origine végétale ou animale et de substances solides liquides toxiques ou susceptibles de constituer une cause d'insalubrité et de danger pour l'environnement.

ARTICLE 10/ : Sont considérées comme eaux usées les eaux domestiques comprenant les eaux de vannes et les eaux ménagères, les eaux résiduelles industrielles, artisanales, des mines, qu'elles soient sous forme de liquide ou de vapeur.

CHAPITRE IV : DE LA POLLUTION DE L'AIR

ARTICLE 11/ : Les unités et activités génératrices de substances polluantes de l'air sous forme de fumée, poussière, gaz ou liquide sont soumises à autorisation préalable EN ce qui concerne le rejet de ces substances.

ARTICLE 12/ : Les autorisations de rejets précisent :

- la dénomination des matières

- le lieu de rejet

- la quantité de rejet par unité de temps ou de surface.

Les bénéficiaires sont soumis d'une part à l'obligation de fournir des renseignements statistiques et d'autre part au contrôle des services techniques compétents.

ARTICLE 13/ : Lorsque les émissions dans l'atmosphère sont susceptibles de constituer une menace pour les personnes ou les biens, leurs auteurs doivent mettre en oeuvre toutes dispositions utiles pour les supprimer.

CHAPITRE V : DE L'EMISSION DES BRUITS

ARTICLE 14/ : Lorsque les émissions de bruit tel que défini à l'article 10r sont susceptibles de constituer une gêne excessive pour la population ou de nuire à la santé des personnes physiques ou morales responsables des sources sonores sont tenues de mettre en oeuvre toutes dispositions utiles pour les supprimer.

CHAPITRE VI : DES INFRACTIONS

ARTICLE 15/ : Les infractions prévues à la présente loi sont constatées par les officiers et agents de la Police Judiciaire, les agents et fonctionnaires commis à cet effet par les Services chargés de l'Environnement, de l'Agriculture, de l'Urbanisme et Construction et de la Santé Publique. Ces agents et fonctionnaires prêtent serment devant le Tribunal compétent de la circonscription administrative où ils sont appelés à servir.

Les infractions constatées font l'objet d'un procès verbal dûment notifié au contrevenant.

Les agents et fonctionnaires visés ci-dessus peuvent avoir accès aux propriétés privées en présence ou sur réquisition de l'autorité judiciaire compétente

Les actions et poursuites sont intentées directement par les Services chargés de l'Environnement, de la Santé et de l'Agriculture concurremment avec celles intentées par le Ministère Public.

Les agents et fonctionnaires commis peuvent, en cas de flagrant délit, requérir la force publique soit en vue de procéder à l'arrestation et à la conduite des contrevenants devant le Procureur de la République ou l'autorité judiciaire compétente soit en vue de procéder à la fermeture de l'Unité.

ARTICLE 16/ : Toute personne qui, en violation de l'article 2 de présente Loi refuse d'éliminer ou de faire éliminer les déchets conformément à l'article 5 est punie d'un emprisonnement de 15 jours à 3 mois et d'une amende de 200.000 à 1.200.00 F CFA ou de l'une de ces peines.

Les déchets sont éliminés aux frais du responsable en cas d'abandon.

ARTICLE 17/ : Toute personne qui abandonne un déchet contrairement aux dispositions de la présente Loi est condamnée à un emprisonnement de 15 jours à 3 mois et au paiement d'une amende de 500.000 à 1.000.000 F CFA ou de l'une de ces peines.

ARTICLE 18/ : Toute personne qui refuse de répondre, de justifier ou de donner des informations conformément à l'article 7 de la présente Loi est punie d'un emprisonnement de 15 jours à 3 mois et d'une amende de 20.000 à 300.000 F CFA ou de l'une de ces peines.

ARTICLE 19/ : Toute unité responsable d'une pollution des eaux ou de l'air justifiant son arrêt sera punie d'une amende de 500.000 à 2.500.000 F CFA.

L'unité doit prendre les dispositions nécessaires pour contrôler et analyser ses rejets en vue de la suppression de la pollution dans un délai d'un mois.

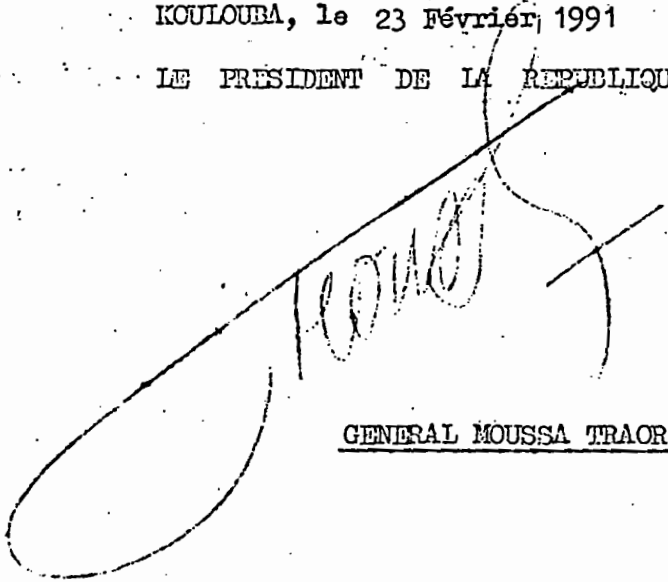
ARTICLE 20/ : Toute personne ou entreprise responsable de nuisance sonore sera astreinte à la fermeture de la source responsable de bruit ou à une peine d'emprisonnement de 15 jours à 3 mois et au paiement d'une amende de 200.000 à 1.200.000 F CFA ou à l'une de ces peines seulement.

ARTICLE 21/ : Les modalités d'application de la présente Loi sont fixées par Décret pris en Conseil des Ministres.

ARTICLE 22/ : La présente Loi sera enregistré et publié au Journal Officiel.

KOULOUBA, le 23 Février, 1991

LE PRESIDENT DE LA REPUBLIQUE,



GENERAL MOUSSA TRAORE.-

Mme Kanouté  
P R I M A T U R E  
-----  
SECRETARIAT GENERAL DU  
GOUVERNEMENT  
-----

REPUBLIQUE DU MALI  
Un Peuple - Un But - Une Foi  
-----

DECRET N° 95- <sup>325</sup>/P-RM.-

PORTANT MODALITES D'APPLICATION DE LA LOI N°91-047/AN-  
RM du 23 FÉVRIER 1991 RELATIVE A LA PROTECTION DE  
L'ENVIRONNEMENT ET DU CADRE DE VIE.

LE PRESIDENT DE LA REPUBLIQUE

- VU la Constitution ;
- VU la Loi N°89-61/AN-RM du 2 septembre 1989 portant répression de l'importation, du transit des déchets toxiques ;
- VU la Loi N°90-17/AN-RM du 27 février 1990 fixant le régime des eaux ;
- VU la Loi N°91-047/AN-RM du 23 février 1991 relative à la protection de l'Environnement et du cadre de vie ;
- VU l'Ordonnance N°91-065/P-CTSP du 19 Septembre 1991 portant organisation de la recherche, de l'exploitation, de la possession, du transport, de la transformation et de la commercialisation des substances minérales ou fossiles et carrières, autres que les hydrocarbures liquides ou gazeux sur le territoire de la République du Mali.
- VU la Loi N°92-013/AN-RM du 17 septembre 1992 portant institution d'un système national de normalisation et de contrôle de qualité ;
- VU le Décret N°355/P-RM du 8 août 1990 portant fixation de la liste des déchets toxiques et modalités d'application de la Loi 89-61/AN-RM du 2 septembre 1989 portant répression de l'importation, du transit des déchets toxiques ;
- VU le Décret N°92-235/AN-RM du 1er Décembre 1992 portant organisation et modalités de fonctionnement d'un système national de normalisation et de contrôle de qualité ;
- VU le Décret N°94-065/P-RM du 04 février 1994 portant nomination d'un Premier Ministre ;

VU le Décret N°94-333/P-RM du 25 octobre 1994 portant nomination des membres du Gouvernement, modifié par le Décret N°95-097/P-RM du 27 février 1995.

STATUANT EN CONSEIL DES MINISTRES,

## DECRETE :

### CHAPITRE 1er : DISPOSITIONS GENERALES

ARTICLE 1ER : Le présent décret fixe les modalités d'application de la Loi N°91-047/AN-RM du 23 février 1991 relative à la protection de l'Environnement et du cadre de vie.

ARTICLE 2 : L'évacuation des ordures ménagères est assurée soit par les services de Voirie compétents de la localité administrative, soit par des structures privées agréées.

ARTICLE 3 : Les ordures sont triées pour le recyclage, le compostage ou l'incinération sous le contrôle des services compétents.

ARTICLE 4 : Les déchets toxiques seront traités et neutralisés avant d'être détruits dans des endroits appropriés sans risque de pollution pour l'environnement.

ARTICLE 5 : La fourniture des informations concernant l'origine, la nature, les caractéristiques, la qualité, la destination et les modalités d'élimination des déchets nocifs doit être faite au Ministère chargé de l'Environnement le premier trimestre de chaque année.

### CHAPITRE III : DE LA POLLUTION DES EAUX

ARTICLE 6 : Pour la protection de la nappe phréatique, les latrines doivent répondre aux normes nationales en vigueur.

Le déversement direct sur le sol, dans les puits, les forages, des hydrocarbures, des huiles, des produits pesticides et tout autre substance polluante est formellement interdit.

ARTICLE 7 : Pour la protection des eaux de surface, le déversement des ordures, des déchets toxiques, des eaux résiduaires industrielles sous quelque forme que ce soit, est strictement interdit dans les cours d'eau, les caniveaux, les lacs, étangs, sur les rives ou leurs proximités, et dans les eaux destinées à la réalisation des nappes d'eau souterraine.

Les caniveaux et autres ouvrages de drainage doivent répondre aux normes nationales de protection de l'Environnement afin d'éviter qu'ils ne soient sources de drainage des ordures d'origine végétale et animale ou de substances polluantes dans les cours d'eau.

ARTICLE 8 : Les eaux usées engendrées par les travaux artisanaux, industriels et miniers doivent être obligatoirement traitées avant déversement, de façon à éviter la pollution des eaux de surface et des eaux sous-terraines.

ARTICLE 9 : Le contrôle de la pollution des eaux sera réglementé par arrêté interministériel, des Ministres chargés de l'Environnement, de l'Administration Territoriale, de l'Urbanisme, de la Construction, de la Santé, des Mines, de l'Industrie et de l'Hydraulique.

#### CHAPITRE IV : DE LA POLLUTION DE L'AIR

ARTICLE 10 : Le Ministre Chargé de l'Environnement est compétent pour la délivrance d'autorisation de rejets de substances.

#### CHAPITRE V : DE L'EMISSION DE BRUITS

ARTICLE 11 : Les zones protégées contre les nuisances sonores incommodes sont classées suivant les degrés de sensibilité ci-après :

- les zones de détente et les hôpitaux ;
- les zones d'habitation et celles réservées aux installations publiques sauf les marchés ;
- les zones mixtes d'habitation où les entreprises artisanales moyennement gênantes sont admises et les marchés ;
- les zones industrielles.

ARTICLE 12 : Un arrêté interministériel des Ministres chargés de l'Environnement, de la Santé Publique, des Mines, de l'Industrie et de l'Urbanisme fixe le classement et le déclassement des zones citées en article 11 ci-dessus.

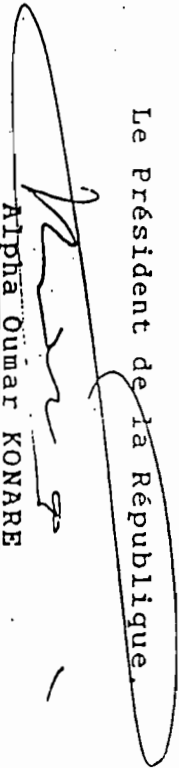
ARTICLE 13 : Les normes concernant l'élimination des déchets, la pollution des eaux et de l'air, l'émission des bruits, seront fixées selon le cas par arrêté interministériel des Ministres chargés de l'Environnement, de l'Industrie, de la Santé Publique, des Mines, de l'Hydraulique, de la Construction, de l'Urbanisme et des Transports.

CHAPITRE VI : DISPOSITIONS FINALES

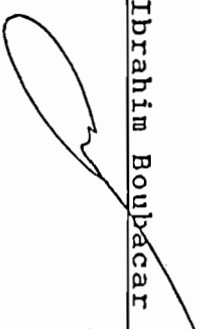
ARTICLE 14 : Le Ministre du Développement Rural et de l'Environnement, le Ministre de la Santé, de la Solidarité et des Personnes Agées, le Ministre des Mines de l'Energie, et de l'Hydraulique, le Ministre de l'Administration Territoriale et de la Sécurité, le Ministre des Finances et du Commerce, le Ministre de l'Industrie, de l'Artisanat et du Tourisme, le Ministre de la Justice Garde des Sceaux sont chargés chacun en ce qui le concerne de l'exécution du présent décret qui sera enregistré et publié au Journal Officiel.

Bamako, le 14 SEP. 1995

Le Président de la République.

  
Alpha Oumar KONARE

Le Premier Ministre.

  
Ibrahim Boubacar KEITA

Le Ministre du Développement Rural  
et de l'Environnement.

  
Modibo TRAORE


Le Ministre de la Santé, de la  
Solidarité et des Personnes  
Agées, P. I

  
Modibo TRAORE


Le Ministre de l'Administration  
Territoriale et de la Sécurité, P. I

  
Hamidou BA

Le Ministre de l'Industrie,  
de l'Artisanat et du Tourisme,

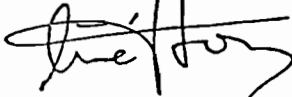
  
Madame Fatou HAÏDARA

Le Ministre des Mines, de l'Energie  
et de l'Hydraulique,



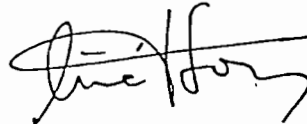
Cheickna Seydi Ahamadi DIAWARA

Le Ministre des Finances  
et du Commerce,



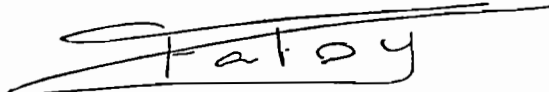
Soumaïla CISSE

Le Ministre de l'Urbanisme et  
de l'Habitat, P.I



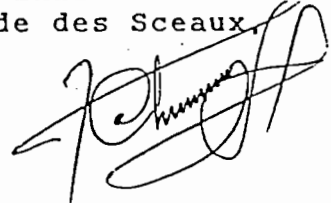
Soumaïla CISSE

Le Ministre des Transports  
et des Travaux Publics, P.I



Madame Fatou HAIDARA

Le Ministre de la Justice,  
Garde des Sceaux,



Cheickna Detteba KAMISSOKO



**Nom :** SEMEGA

**Prénom :** AÏSSATA

**Titre de thèse :** Etude de qualité des Eaux usées de la Tannerie de l'Afrique de l'ouest

**Année universitaire :** 1999 -2000

**Ville de soutenance :** Bamako

**Le Pays d'origine :** Mali

**Lieu de dépôt :** Bibliothèque de la faculté de Médecine, de pharmacie et Odonto-stomatologie.

**Secteur d'intérêt :** eau et assainissement

Les eaux usées industrielles sont généralement déversées dans le fleuve Niger sans traitement adéquat.

### **Résumé**

**Objectifs :** Les objectifs de notre étude étaient :

- Evaluer la qualité des eaux usées de la Tannerie de l'Afrique de l'ouest (T.A.O) ;
- Déterminer la qualité de l'effluent rejeté par la T.A.O dans le fleuve Niger ;
- Evaluer la qualité de l'eau du fleuve Niger au point de confluence, en amont et en aval du point de confluence ;
- Evaluer d'efficacité du traitement ;
- Faire des propositions d'amélioration.

### **Méthode :**

Les prélèvements ont été faits sur le fleuve Niger(eau du fleuve) et dans l'usine (eaux usées).

Sept points de prélèvement ont été choisis dont trois sur le fleuve Niger et quatre dans les bassins de l'usine.

Les échantillons ont été analysés de Novembre 1998 à Août 1999 soit une période de dix (10) mois.

## **Résultats :**

### **1°) Eau du fleuve Niger :**

- La minéralisation est faible aux différents points de prélèvement.
- Les nitrates,  $\text{NH}_4^+$  ont été retrouvés dans presque tous les échantillons. Par contre on a constaté une absence des nitrites dans 23,07% des échantillons.
- Les MES ont été également retrouvées à des teneurs élevées.
- Le chrome a été retrouvé dans 20 échantillons sur 21. Le taux du chrome est supérieur aux valeurs normales françaises dans 28,57% des échantillons .
- Les sulfures n'ont été retrouvés dans aucun échantillon.
- Les valeurs de  $\text{DBO}_5$ , et DCO sont au dessus des normes dans tous les échantillons.

La qualité de l'eau du fleuve Niger se dégrade, cela à cause des activités humaines.

### **2°) Eaux usées**

La comparaison des résultats entre les différents points de prélèvement des eaux usées (bac de relevage et regard de contrôle) a montré que :

- Les teneurs en MES,  $\text{PH}$ , chrome, sulfates étaient plus élevées au bac de relevage (entrée) qu'au regard de contrôle (sortie) . Par contre les valeurs de  $\text{DBO}_5$  et DCO étaient plus élevées à la sortie (regard des contrôle) qu'à l'entrée.
- Les taux des sulfures étaient élevées dans 66, 66 % des échantillons du regard de contrôle (sortie) qu'au bac de relevage (entrée).

La comparaison des résultats entre les points de prélèvement (filtre 2 et regard de contrôle) a montré :

- Une diminution du taux des sulfures, des MES, chrome,  $\text{DBO}_5$ , du filtre 2 au regard de contrôle dans la moitié des échantillons.
- Une diminution des valeurs de la DCO dans tous les échantillons.

Les résultats des caractéristiques physico-chimiques de l'effluent  
présentaient :

- des teneurs en MES, sels dissous,  $\text{NH}_4^+$  , Sulfures et des valeurs de  $\text{DBO}_5$  et DCO au dessus des valeurs limites indicatives .
- Le taux du chrome était supérieur aux valeurs limites indicatives dans 42, 86% des échantillons .

Le traitement des eaux de la T.A.O est inefficace. L'effluent de la T.A.O déversé dans le fleuve n'était pas dans les normes.

**Mots clés : Eaux usées- Eau du fleuve- Caractéristiques physico-chimiques- Effluent -Norme de qualité**