

وزارة التعليم العالي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

المدسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'INGENIEUR D'ETAT

SUJET

QUANTIFICATION DE LA POLLUTION ENGENDREE
PAR LE COMPLEXE COTITEX DE DRAA BEN KHEDDA

1 PLANCHE

Proposé par :

F. HAMDI

Etudié par :

H. LOUNICI
A. MAZIGHI

Dirigé par :

F. HAMDI

PROMOTION - JUIN 1988

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

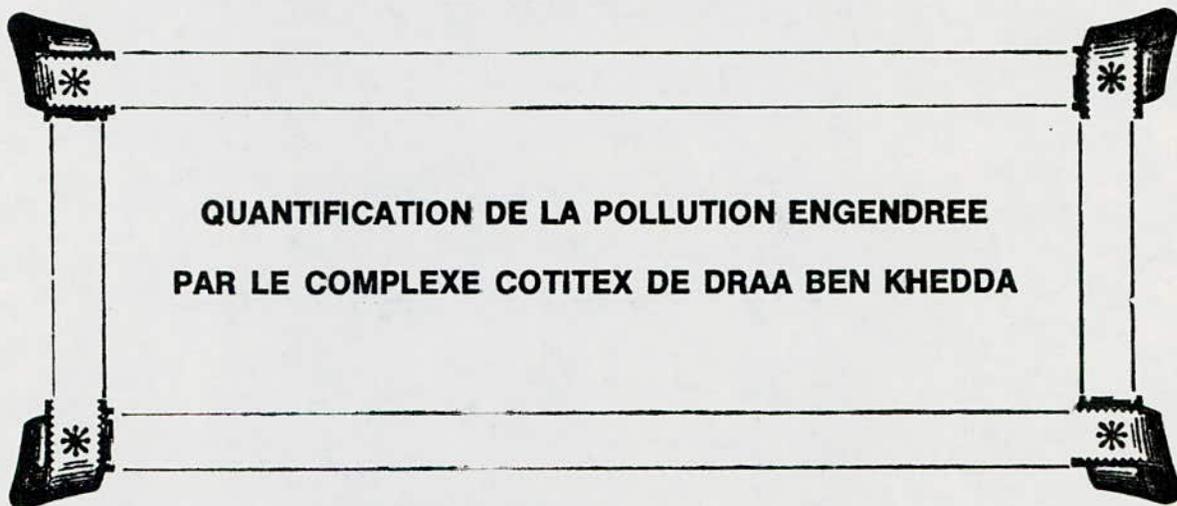
DEPARTEMENT **GENIE DE L'ENVIRONNEMENT**

المكتبة
BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'INGENIEUR D'ETAT

SUJET



Proposé par :

F. HAMDI

Etudié par :

H. LOUNICI
A. MAZIGHI

Dirigé par :

F. HAMDI

PROMOTION - JUIN 1988

Dpt : Génie de l'Environnement

Promotrice ; Dr.Ing F. HAMDI

Etudiants : Ahmed Mazighi & Hakim Lounici



Sujet: Quantification de la pollution engendrée par le complexe COTITEX de Draâ Ben Khedda.

Resumé :

Notre travail a consisté en une étude qualitative et quantitative de la pollution physico-chimique et bacteriologique engendrée par le complexe de D.B.Khedda et aussi à estimer l'efficacité d'élimination de la station d'épuration existante au sein de l'unité.

La seconde partie de notre travail a consisté à une quantification de la pollution engendrée par les boues résiduares de la station.

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

Subject: Evaluation of pollutions created bay theCOTITEX plant of DraâBen Khedda.

Synapsis:

The objective of this study was to evaluate the pollution generated by the COTITEX plant of D.B.Khedda and to estimate the efficiency of the treatment wastewater plant too.

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

الموضوع: دراسة نوعية وكمية التلوث الناتج عن مركب «كوتيكس» لذرع بن خدة

الملخص

إن عملنا يستهدف دراسة نوعية وكمية التلوث الفيزيوكيميائي و البكتريولوجي الناتج عن المركب لإنتاج الأفضلة لذرع بن خدة . وكذلك تحديد حدود وصلاحية محطة المياه الملوثة . وأخيرا قمنا بتحليل الأوجال الناتجة عن محطة التنقية للمياه الملوثة وذلك لمعرفة مدى قدرتهم على تلوث المحيط .

o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

o-o-o

-o-o- R E M E R C I E M E N T S -o-o-

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

Nous tenons à remercier vivement notre promotrice
Dr. Ing. F HAMDI pour l'aide précieuse et les conseils
qu'elle nous a prodigué tout au long de l'année, et l'as-
surons de notre profonde gratitude.

Nous tenons à remercier également :

- Dr. M. MATEVA chargée de cours à l' E.N.P.A.
- Melle DJAMAI - ZOUGHLACHE maître assistante stagiaire à l'E.N.P.A.
- Mr. R. SELLAH, responsable de la "STEP" du complexe COTITEX de
D.B. KHEDDA.
- Mr. RABHI et Melle S. KARA de l'A.N.R.H.

Les uns pour leurs conseils, les autres pour leur aides et services.

Sans oublier :

Melle Z. LOUNI pour le soin qu'elle a apporté à la présentation du
polycopié.

Enfin, nous exprimons toute notre reconnaissance et gratitude à
toutes les personnes qui ont participé ou aidé aussi bien de près
que de loin à ce travail.

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

o-o-o-o

DEDICACES

o-o-o-o

o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

A nos chers Parents

A tous ceux qui nous sont chers

A ceux qui ont enrichi nos expériences

° nous aidant sans le savoir

Ahmed & Hakim

S O M M A I R E
O-O-O-O-O-O-O-O-O-O-O-O-O-O-O-O

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

I. INTRODUCTION..	
I.1 Préambule	1
I.2 Problématique	2
II PRESENTATION GENERALE DU COMPLEXE	
II.1 Historique	4
II.2 Situation géographique	4
II.3 Productions du complexe	4
II.4 Matières premières	4
II.5 Consommations en eau	5
II.6 Nature et composition des déchets industriels de COTITEX	5
II.7 Liste des produits chimiques	6
III PROCESSUS DE FABRICATIONS	
III.1 Filature	10
III.2 Le tissage	10
III.3 Le finissage	11
IV PRESENTATION DE LA STATION DE TRAITEMENTS DES EAUX	
IV.1 Chaîne de décarbonatation des eaux	13
IV.2 Chaîne d'adoucissement des eaux	13
IV.3 Poste de traitements des eaux de décharge contenant des chromes	14
IV.4 Station d'Épuration des Eaux Polluées "STEP "	14
V. TYPE DE POLLUTION IMPACT SUR L'HOMME & LE MILIEU	
V.1 Généralités	19
V.2 Les polluants mécaniques	20
V.3 Les pollutions thermiques	20
V.4 Les pollutions de nature chimiques	21
VI . POLLUTION MICROBIOLOGIQUE	
VI.1 Introduction	32
VI.2 Pollution microbiologique	32
VI.3 Les infections transmises par l'eau	32
VI.4 Microorganismes indicateurs de pollution où d'efficacité de traitements	32
VII. GENERALITES SUR LES BOUES	
VII.1 Considérations générales sur les boues et leur traitements	36
VII.2 Devenir des boues	36
VII.3 Pollution engendrée par les boues	38

VIII ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
 المكتبة — BIBLIOTHEQUE
 Ecole Nationale Polytechnique

VIII.1	Introduction	40
VIII.2	Prélevements	40
VIII.3	Conservations des échantillons	41
VIII.4	Paramètres analytiques	42
VIII.5	Normes de rejets des eaux	43
VIII.6	Résultats d'analyses	44
VIII.7	Evaluation de rendement de la station "STEP"	48
IX ANALYSE MICROBIOLOGIQUE DES EAUX		
IX.1	Introduction	50
IX.2	Prélevements & échantillonnage	50
IX.3	Transport & conservation	50
IX.4	Numération des germes totaux	52
IX.5	Colimétrie	52
IX.6	Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux	54
X INTERPRETATIONS DES RESULTATS		
X.1	D'analyses physico-chimiques	61
X.2	D'analyses microbiologiques	68
XI ANALYSES DES BOUES		
XI.0	Méthodologie d'analyse des boues	70
XI.1	Echantillonnage	70
XI.2	Conservation des échantillons	70
XI.3	Paramètres	70
XI.4	Les analyses	72
XI.5	Résultats	77
XI.6	Interprétations des résultats	78
XII CONCLUSION GENERALE & RECOMMANDATIONS		
XII.0	Conclusion générale et recommandations	81

o-o

ANNEXES

A1	Méthodes de dosage
A2	Normes
A3	Table de N.P.P
A4	Composition des milieux de culture utilisés

o-o

*BIBLIOGRAPHIE

o-o

CHAPITRE :1

o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

*** INTRODUCTION ***

o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

Préambule

Jamais encore l'homme n'a disposé d'autant de moyens pour approfondir sa connaissance du monde, agir sur le milieu qui l'entoure et tenter d'améliorer ses conditions de vie. Pourtant l'angoisse le saisit quand il découvre l'ampleur croissante des nuisances qui empoisonnent la vie moderne. Parmi ces nuisances qu'il s'agisse de bruit, de la pollution de l'air ou celle des eaux, cette dernière est peut-être la plus insidieuse, la plus subtile dans le cas d'une micropollution et la plus difficile à combattre.

Les eaux de surface et souvent même les eaux souterraines reçoivent de tout des matières minérales d'origine naturelle ou industrielle, des déchets végétaux ou des déchets de la vie des hommes et des animaux, des substances minérales ou organiques plus ou moins toxiques rejetées par les industries ou mises en circulation pour l'agriculture des matières polluantes déversées accidentellement ou volontairement au cours des transports terrestres ou maritimes des substances venant de l'atmosphère elle-même polluée.

Partout, dans le monde, les villes s'étendent, absorbant une part de plus en plus grande de l'excédent démographique : en même temps, des complexes industriels s'établissent dans des régions jusqu'à présent préservées et sur les rivages des mers et des océans.

De ces phénomènes incontrôlables résultent une augmentation et une diffusion de la pollution qui la rendent difficile à appréhender et à maintenir ; aussi de la demande en eau de qualité à laquelle il est bien évident qu'on ne pourra pas indéfiniment satisfaire sans recourir à des procédés compliqués et coûteux.

La pollution des eaux, à un certain degré, fait aujourd'hui partie intégrante de ^{notre} civilisation : le point le plus important est qu'elle ne dépasse pas certaines limites qui sont connues et qu'il s'agisse de faire dorénavant respecter.

Tout ce qu'on peut espérer est la réalisation aux prix d'effort considérables mais à notre portée, d'un nouvel équilibre entre d'autre part, la production et l'élimination plus ou moins poussée des déchets de la vie humaine et des activités industrielles et agricoles et d'autre part les exigences biologiques.

La réalisation de cet équilibre doit être désormais une préoccupation essentielle des pouvoirs publics et aussi de la population correctement informée aussi bien dans les pays en voie de développement que dans les pays développés .

...Le problème de protection de la qualité des eaux , de la lutte contre la pollution dans le monde n'est nullement insoluble . Plus qu'un problème technico-économique , c'est surtout une affaire d'informations d'éducation , dans les bancs d'école , de volonté et de discipline de la part de tout les citoyens de les pays .

PROBLEMATIQUE & BUT DU TRAVAIL

Il est évident qu'au fur et à mesure qu'augmenteront la demande et le coût de l'eau douce , le recyclage des eaux résiduaires deviendra une alternative attrayante du point de vue économique pour l'industrie dans un nombre de cas croissant .

De même, la réutilisation constitue la solution en vue de l'usage efficace et rationnel des ressources limitées en eaux douces parce qu'elle rend disponible une nouvelle source importante de l'alimentation en eau dans l'avenir . Il y'a 30 ans déjà le Conseil économique et social des Nations Unies a déclaré (1958); "On ne devrait jamais employer d'eau de qualité supérieure , à moins qu'on ait trop , quand une eau de qualité inférieure suffit " . Les avantages d'un traitement poussé des eaux usées et de leur réutilisation ne résident pas uniquement dans une production supplémentaire de ressources en eaux douces , mais également dans la réduction du problème de la pollution .

Ainsi , c'est dans cette optique que s'inscrit notre étude présente ; En effet pour un éventuel recyclage des effluents du Complexe textile de D.B.Khedda , qui en demeurant figure parmi les plus grands consommateurs d'eau douce - l'équivalent d'une ville de 100.000 habitants - , une estimation et une connaissance du degré de pollution s'avère nécessaire .

D'autre part , l'Oued Sebaou où sont rejetés les effluents après traitement , communique avec la nappe phréatique . Or cette dernière pourvoit les besoins en eau du complexe textile ainsi que la ville municipale de Draâ Ben Khedda , le danger d'une contamination de cette nappe par la pollution engendrée par le Complexe COTITEX n'est

ni invraisemblable , ni à écarter , ce qui corrobore la nécessité d'une étude de la pollution de ces effluents .

Notre première partie de l'étude consistera donc essentiellement à étude qualitative et quantitative des effluents aussi bien physico-chimique que microbiologique .

Nous aurons aussi à estimer l'efficacité de la station d' épuration des eaux existante au sein du complexe, pour cela nous aurons à effectuer des analyses de ces effluents avant traitement par la "STEP" , en sus de celles que nous aurons à faire après traitement .

Enfin , la dernière partie de notre travail consistera à une quantification de la pollution engendrée par les boues résiduaire de la "STEP" et d'entrevoir une éventuelle valorisation .

o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

II.1. HISTORIQUE.

L'idée de construire un complexe textile en Algérie a été proposée par un groupe de hauts responsables Egyptiens, suite à leur visite en Algérie en 1964.

Les travaux de construction ont commencé juste après la signature du contrat, et étaient assurés et suivis par quatre sociétés étrangères, pour le financement du projet, un crédit à long terme a été consenti à l'Algérie par l'Egypte de même pour l'engineering, et ce dans le cadre de la solidarité mutuelle inter Arabes.

Le complexe a démarré en 1967 et il a subi des extensions en 1979.

II.2. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le complexe textile COTITEX (Entreprise Nationale des industries textiles et cotonnières) de Draâ Ben Khedda est situé à 11 kms à l'Ouest de Tizi-Ouzou, il s'étend sur une plaine se trouvant dans un secteur à vocation agricole. Sa superficie est de 28 hectares pour une surface couverte de 14,14 hectares. L'effectif actuel est de 4500 employés.

II.3. PRODUCTION DU COMPLEXE

L'unité produit des tissus en coton. Les produits sont spécifiés en Filature, Tissage et Finissage. Les capacités actuelles de production, celles de l'extension comprises, sont les suivantes :

Filature = 7400 tonnes/an
Tissage = 47.150.000 metre linéaire/an
Finissage = 38.000.000 metre linéaire/an.

II.4. MATIERES PREMIERES.

<u>Designation</u>	<u>Consommation</u>	<u>Provenance</u>
Coton	5500 t/an	Syrie - Mali
Viscose	300 t/an	Yougoslavie - Irlande
Polyester	600 t/an	Japon - Allemagne

II.5. CONSOMMATION EN EAU.

II.5. 1. SOURCE D'ALIMENTATION.

L'eau utilisée au niveau du complexe provient d'un forage sur nappe alluviale nourrie par l'Oued Sebaou, ce forage est situé à 900 m au Nord Ouest de l'usine et à 200 m de l'Oued. La capacité de pompage du forage est au environs de 900 m³ /h.

II.5.2. NATURES D'EAUX D'ALIMENTATION.

a/ Eau Brute : C'est l'eau de forage qui a été stérilisée, elle est utilisée dans les petites annexes (restaurant, Administration et réseau d'incendie). La capacité de stockage de ces eaux est de 425m³

b/ Eaux traitées. Ce sont des eaux brutes auxquelles on a fait subir un traitement de décarbonation à la chaux et un adoucissement sur échangeurs d'ions (de cations cycle Na).

On distingue deux sortes d'eau traitée :

- Eau décarbonatée "demi-douce" : c'est l'eau brute dans laquelle on a supprimé les bicarbonates par addition de la chaux ($Ca(OH)_2$) et du sulfate d'alumine ($Al_2(SO_4)_3$). Cette eau est utilisée dans les départements de finissage et dans le réseau de climatisation. La capacité de stockage de ces eaux, est de 1600 m³.

- Eau adoucie." Elle est obtenue par adoucissement sur échangeurs d'ions (de cation) de cycle Na de l'eau décarbonatée afin d'éliminer tous les ions responsables de la dureté de l'eau (Ca^{+2} Mg^{+2}). L'eau douce est réservée pour l'alimentation des chaudières. La capacité de stockage est de 175 m³.

II.6. NATURE ET COMPOSITION DES DECHETS LIQUIDES LIÉGÉS.

II.6.1. REJETS LIQUIDES

L'eau d'épuration provient des ateliers de production, du nettoyage des équipements et des diverses utilisations.

Les eaux de rejets présentent deux sortes d'effluents à savoir :

- Des eaux dites "fortement pollues" provenant de la teinture, de la gravure et de la gravure acide, de la gravure alcaline, de la gravure au cyanure, de la gravure au sulfure, de la gravure au sélénium et de la gravure au tellure. La température est de 7 à 8°C et la durée de séjour moyen dans le canal est de 200 à 300 jours.

- Des eaux dites "faiblement polluées" rassemblent les rejets de blanchiment, mercerissage, lavages, encollages, ainsi que les effluents sanitaires et de la cuisine de la cantine. Le débit moyen horaire de ces eaux est estimé à $248 \text{ m}^3 / \text{h}$.

A ces deux types d'eaux polluées s'ajoutent les rejets d'eaux de chaudières d'adoucisseur et de refroidissement dont les débits moyens horaires sont les suivants :

Eaux de refroidissement	:	$20 \text{ m}^3 / \text{h}$
Eaux de chaudières	:	$15 \text{ m}^3 / \text{h}$
Eaux des adoucisseurs	:	$14 \text{ m}^3 / \text{J}$

II.6.2. DECHETS SOLIDES.

Parmi des milliers de tonnes de déchets industriels produits par la COTITEX chaque année, on distingue :

a) LES DECHETS INERTES OU BANALS :

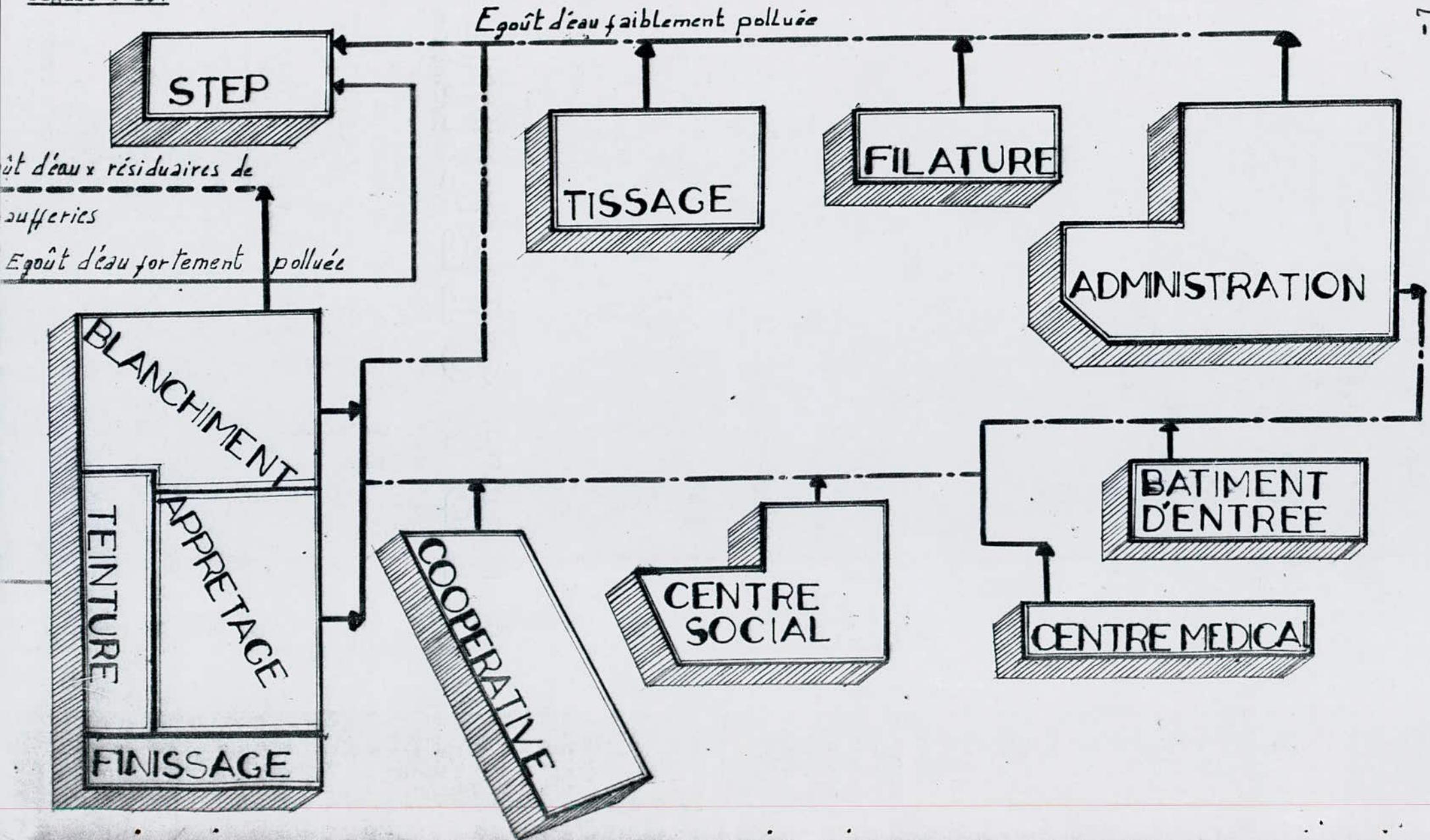
Ces déchets sont assimilables aux ordures ménagères, et sont collectés par les services généraux du complexe pour être évacués quotidiennement dans la décharge communale environnante.

b) LES DECHETS INDUSTRIELS SPECIAUX.

Cette partie est constituée par les d'vets de cotons et les copeaux de tissus. Ces déchets sont rassemblés en balles pour être vendus ensuite, aux autres unités de la SONITEX, en vue de leur réutilisation.

PLAN (HEMINEMENT) DES REJETS

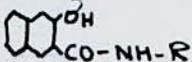
figure : 2.1



II.7. PRODUITS CHIMIQUES UTILISES

Dans le tableau ci-dessous, nous avons regroupé tous les produits chimiques utilisés ainsi que leur consommation annuelle dans le processus de fabrication du textile au complexe COTITEX.

Tableau 2 . 1 : produits chimiques utilisés

Appelation	Formule chimique	Consommation (Kg/an)
Colorants directs	$R-SO_3Na$	445
Colorants azoïques		I4090
Colorants au soufre	$R-S-S'-R'$	I0722
Colorants réactifs	$S-R-P-X$	8I99
Colorants de cuve	$R\equiv C-O-SO_3-Na$	I583
Colorants dispersifs	NH_2-ONHR	8057
Acide acétique	CH_3COOH	I0948
Acide chlorhydrique	HCl	20755
Acide nitrique	HNO_3	I350
Acide stéarique	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	I060
Acide sulfurique	H_2SO_4	9670
Acide tartrique	$HOOC(CHOH)_2COOH$	540
Acétate de chrome	$Cr(CH_3COO)_3$	-
Acétate de sodium	$NaCH_3COO$	I750
Acétate de plomb	$Pb(CH_3COO)_2$	-
Amidon de maïs	-	I50000
Amidon de riz	-	5500
Ammoniaque	NNH_4OH	750
Biolase	-	I00
Borax	$Na_2B_4O_7$	I400
Bicarbonate de soude	$NaHCO_3$	I000
Carbonate de potassium	K_2CO_3	I000

APPELATION	FORMULE CHIMIQUE	CONSOmmATION (Kg/an)
Chaux hydratée	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	300900
Eau oxygénée	H_2O_2	74570
Hydrazine	$\text{NH}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	800
Hypochlorite de Sodium	NaClO	73930
Métabisulfite de Sodium	NaS_2O_5	1880
Nitrite de Sodium	Na_2SO_3	2540
Phosphate trisodique	Na_3PO_4	2500
Phosphate d'ammonium	$(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$	300
Silicate de Sodium	NaSiO_2	15600
Soude Coustique	NaOH	33800
Sulfate d'aluminium	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	71000
Sulfure de Sodium	Na_2S	15000
Sulfate de cuivre	CuSO_4	17000
Trioxyde de chrome	Cr_2O_7	500
Triethanolamine	$(\text{CH}_2\text{OHCH}_2)_2\text{N}$	400
Urée Technique	NH_2CONH_2	2600
Sulfate de Sodium	Na_2SO_4	1000
Sulfate de fer	FeSO_4	26000
Chlorure de Sodium	NaCl	195600

R: radical

S: Groupe solubilisant

S': Soufre

R': Radical

P: Porteur

X: halogene.

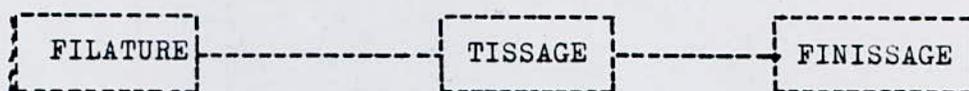
CHAPITRE : 3

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

PROCESSUS DE FABRICATION

o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

La production des textiles suit le schéma suivant :



III. 1 FILATURE

La filature est l'ensemble des opérations qui transforment la matière première textile en fils utilisables.

La matière première à son arrivée à l'usine est compacte, sale (présence des débris végétaux) et les fibres sont enchevêtrées, c'est le cas du coton.

- Les Opérations préparatoires

- a/ Ouvrage - battage. Le but est de desserrer et nettoyer le coton.
- b/ Le Cardage : Il consiste à amorcer l'alignement des fibres.

- Filature proprement dite :

Elle transforme la mèche fine en fil simple par un dernier étirage et procède ainsi au bobinage du fil obtenu.

III.2. LE TISSAGE

Le tissage consiste à assembler des fils suivant des règles déterminées afin d'obtenir des tissus.

Les principales étapes du tissage sont :

- Canettage.

C'est l'enroulement sur des bobines appelées "canettes", en bois, métal, carton, matière plastique.

- Ourdisage.

C'est l'assemblage parallèle des fils sur une même longueur. Les fils sont séparés en groupes distincts, grâce à des dispositifs spécifiques. L'enroulement définitif se fait sur un cylindre appelé ensouple qui est monté sur le métier à tisser.

L'ensouple est le rouleau portant les fils de chaîne ourdis et remplacé par le rouleau à l'arrière du métier.

- Encollage

C'est l'imprégnation des fils par un produit laissant un dépôt superficiel qui leur permet de mieux supporter les fatigues du tissage. Les produits d'encollage sont : des colles, des cires naturelles, des amidons.

- Séchage.

Il se fait souvent en étuves. Les fils séchés sont raidis.

- Rentrage.

C'est le passage des fils dans les "maillons" du harnais. Les Harnais sont des cadres portant des cordes verticales, chaque corde soutient un anneau ou un "maillon" dans lequel passe un fil de chaîne. Un Harnais correspond à une nappe et contient autant de cordes qu'il ya de fils de chaîne dans la nappe.

III.3. LE FINISSAGE

Le finissage se scinde en 3 grandes parties : le blanchiment, la teinture et l'impression et enfin l'apprêtage.

- Le Blanchiment.

Le Blanchiment est l'ensemble des opérations ayant pour but d'éliminer des impuretés naturelles (matières pectiques, cireuses, graisses,) et des impuretés acquises au cours de l'entraînement, filature et tissage. Le Blanchiment comporte les étapes suivantes :

a/ Grillage (flambage) : Il consiste à détruire par la chaleur les duvets qui couvrent le tissu, ceci pour permettre une bonne répartition des colorants.

b/ Désencollage : Il a pour but d'éliminer les produits d'encollage des chaînes, il se fait par trempage en eau tiède ou par l'utilisation de certaines enzymes (Diatase, rapidasse, kidase, ...).

c/ Cuisson en soude : Elle a pour but de solubiliser les cires et corps gras, et d'obtenir ainsi un tissu uniformément blanc susceptible de subir d'une manière satisfaisante une teinture et une impression.

Elle se fait généralement en solution de soude à 3 %.(la soude peut-être remplacée par la chaux) et à haute température. Le tissu passe ensuite dans un bain contenant d'HCl très dilué afin de neutraliser l'excès du soude.

Le tissu est ensuite séché et dirigé vers la teinture.

- Teinture et impression

a/ Teinture : Le but de la teinture est de donner aux textiles une couleur différente de leur couleur naturelle. Cette pratique se justifie par certaines nécessités : Obtention de teintes plus pratiques à l'usage (couleurs moins salissantes); acquisition d'un aspect plus agréable ; réalisation de couleur en rapport avec des traditions.

b/ Impression : l'impression est une teinture localisée limitée à certaines portions de la surface du tissu. La couleur répartie suivant un dessin, est souvent peu visible sur la face envers. Les colorants utilisés sont souvent identiques à ceux de la teinture. Souvent, avant de procéder à la teinture ou à l'impression, on est amené à traiter le tissu par des produits chimiques appelés mordants, dans le but d'augmenter son affinité pour les colorants.

- Apprêtage

Les tissus de coton sont soumis à un apprêt, soit à leur "descente du métier", c'est-à-dire après le tissage ; soit après teinture ou impression, qui leur donne de la raideur, de la densité et du poids, ainsi qu'un aspect plus agréable.

Comme agents d'apprêt, on utilise en général l'amidon, la dextrine, la colle, la cire et plus récemment on a fait appel ainsi à des résines synthétiques.

CHAPITRE : 4

o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

PRESENTATION DE LA STATION DE TRAITEMENT DES EAUX

o-o

Les différentes unités de traitement existants au sein du Complexe sont :

- Une chaîne de décarbonation de l'eau brute.
- Une chaîne d'adoucissement de l'eau décarbonatée.
- Un poste de traitement des eaux de décharge contenant du chrome et du cuivre.
- La station d'épuration des eaux résiduaires avec recyclage des boues (STEP).

IV. 1. CHAÎNE DE DECARBONATION DES EAUX.

La décarbonation est un adoucissement de l'eau brute par élimination partielle du T.A.C (titre alcalimétrique complet).

Dans un décanteur, il est ajouté, à l'eau brute de la chaux (Ca(OH)_2) et du sulfate d'alumine ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) comme coagulant. La chaux permet la carbonatation, la réaction mise en jeu est :



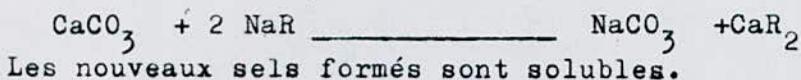
L'eau en haut du décanteur s'écoule et passe sur un lit de sable où elle est filtrée, le sable retient la charge et autres particules ayant échappées à la décantation.

L'eau est ensuite neutralisée avec du HCl, puis stockée dans une citerne, c'est l'eau demi-douce.

IV.2. CHAÎNE D'ADOUCCISSEMENT.

L'adoucissement se fait par échange d'ions, il a pour but d'éliminer les ions Ca^{+2} et Mg^{+2} responsables de la dureté de l'eau.

L'adoucissement se fait dans des adoucisseurs contenant des résines synthétiques "Cycle Na" qui ont la propriété d'éliminer les ions Ca^{+2} et Mg^{+2} contenus dans l'eau et de les échanger contre des ions Na.



L'unité dispose de 3 adoucisseurs (diamètre : 2,5m, hauteur : 3,5m).

La régénération des résines saturées se fait avec une solution de NaCl (15%).

IV. 3 POSTE DE TRAITEMENT DES EAUX DE DECHARGE CONTENANT DES CHROMES.

Il est à noter en ce qui concerne les décharges polluées par le Cr^{6+} et le Cr^{3+} au niveau de l'atelier du chômage, il existe un traitement discontinu pour la réduction du Cr^{6+} en Cr^{3+} seulement. Les eaux sont pompées dans un réacteur avec une capacité utile de 1 m^3 . L'eau est dosée de bisulfite sodique et acidifiée jusqu'à un ~~pH 2-2,3~~ avec du HCl.

Le mélange est assuré par un agitateur. Cette solution réduite est déchargée aux égouts destinés à l'évacuation des eaux fortement polluées.

IV. 4. STATION D'EPURATION (STEP).

Cette station est composée d'une chaîne de traitement des eaux résiduaires constituée d'éléments suivants :

- Dégrossissage ;
- Station de relevage des eaux ;
- Traitement physico-chimique des eaux fortement polluées ;
- Homogénéisation de toutes les eaux sales et correction du pH ;
- Traitement biologique à boues activées ;
- Epaississement des boues ;
- Filtrage des boues ;
- Station de dosage des réactifs chimiques.

Contrairement à la station du traitement des eaux brutes (Adoucissement qui existe depuis la création du complexe, la station d'épuration (STEP) n'existe que depuis 1985. C'est une station qui traite les eaux déchargées par l'usine qui proviennent des cuisines, des sanitaires, du lavage des tissus ou de la teinture.

IV. 4.1. DEGROSSISSAGE.

On effectue le dégrossissage au moyen de grilles, constituées de barres légèrement inclinées.

Il existe deux grilles pour chaque station de relevage des eaux dont une est automatique.

Le nettoyage des grilles se fait, actuellement, manuellement à l'aide de râtaux. Les matières premières sont transportées à un bac de ramassage.

IV. 4.2. STATION DE RELEVAGE DES EAUX.

L'eau après avoir été dilacérée, s'écoule par gravité dans la station de relevage où sont installées des pompes immergées surélevatrices. La commande y est asservie, le débit de chaque pompe est de 135 m³/h. Les eaux faiblement polluées sont directement envoyées par des conduites dans le bassin d'homogénéisation.

IV.4. 3. TRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX FORTEMENT POLLUEES.

Ces eaux sont envoyées dans le bac de coagulation - floculation, ce dernier ayant un volume de 55 m³, permet un temps de permanence de 16,5 min pour un débit moyen et 12,2 min pour un débit maximum. Les coagulants utilisés sont le sulfate d'aluminium et le chlorure ferrique. Le dosage de l'eau est obtenue d'une façon automatique par commande asservie à un pH metre installé dans le bac.

IV.4.4. DECANTATION PRIMAIRE.

Le mélange eau-bac (flocons), qui s'est formée dans le flocculateur, est envoyé par gravité dans le décanteur primaire de volume utile de 1000m³; Ce dernier reçoit aussi les eaux faiblement polluées mais séparément.

Les boues s'entassent au fond du décanteur et sont envoyées par gravité jusqu'à la station de relevage des boues primaires.

IV.4. 5. HOMOGENEISATION ET NEUTRALISATION.

Les eaux clarifiées dans le décanteur primaire et les eaux faiblement polluées, sont envoyées dans le bassin d'homogénéisation.

Le bac d'homogénéisation permet l'alimentation de la successive "section biologique" à débit constant et un niveau de pollution constant. Ainsi il est assuré un environnement adéquat pour le développement de la flore microbienne.

Le volume du bassin est de 4000 m³, ce qui permet une homogénéisation pendant au moins huit heures.

Une turbine en étoile, aspire le CO_2 acheminé depuis la chaufferie et le mélangé avec les eaux résiduaires dans le bassin d'homogénéisation. Ceci va permettre une correction du pH.

La correction finale de la valeur du pH est automatique, le pH mètre à soude installé dans le bac permet à la pompe d'effectuer le dosage du HCl en fonction de l'alcalinité de l'eau résiduelle, généralement ce dosage est minime.

IV. 4.6. TRAITEMENT BIOLOGIQUE A BOUES ACTIVEES.

Le traitement par boues activées est de type à oxydation étendue avec recyclage continu de la boue.

L'établissement des conditions optimales pour la boue biologique est assuré par l'apport de l'urée synthétique et de l'acide phosphorique H_3PO_4 .

L'oxygène est fourni par 3 aérateurs de surface qui assurent aussi une bonne homogénéisation eau-boue. Ce mélange gravite vers le bassin de sédimentation finale.

IV.4.7. DECANTATION FINALE.

Le débit affluent au bassin de sédimentation est de $450 \text{ m}^3/\text{h}$.

La boue s'amasse au fond du bassin, et est envoyée par un système à rotation dans un tremier central. L'eau, quant à elle passe dans le déversoir et est rejetée vers l'Oued.

IV.4.8. EPAISSISSEMENT DES BOUES .

Une partie des boues du bassin de sédimentation finale sont recyclées dans le bac d'oxydation biologique et l'autre partie est évacuée vers la station de relevage des boues où sont mélangées différentes boues:

- Les boues provenant du bac coagulation floculation.
- Les boues de bassin de décantation;
- les boues de décarbonatation.

Ces boues sont pompées de la station du relevage est envoyées dans un épaisseur de 18 m de diamètre. Les boues s'entassent, et une extraction de $190 \text{ m}^3 / \text{j}$ de boues se fait automatiquement par l'ouverture d'une soupape pneumatique. Ces boues sont déchargées dans un bac à boue et de là acheminées au filtre presse.

IV.4. 9. FILTRAGE DES BOUES.

Les boues épaississies sont déshydratées par filtre presse de capacité de 12 m³/h. Avant de passer dans la presse, la boue est additionnée d'un polyélectrolyte qui améliore la deshydratation.

La boue déshydratée de 30 à 40 % est envoyée au moyen d'une boucle transporteuse directement dans les bennes d'évacuation.

CHAPITRE : 5

o-o-o-oo-o-o-o-o-o

TYPE DE POLLUTION . IMPACT SUR L'HOMME & LE MILIEU

o-o

La pollution est une modification généralement provoquée par l'homme dans la qualité de l'eau, qui la rend impropre ou dangereuse à la consommation humaine à l'industrie, à l'agriculture au loisir aux animaux domestiques et à la vie sauvage.

L'évacuation des déchets ou eaux usées qui provoque des pollutions d'ordre physique, chimique, organique et thermique ou radioactif, ne doit pas mettre en danger la santé publique et doit tenir compte de l'aptitude des eaux à assimiler par (dilution ou autoépuration). Les résidus déchargés. [45]

VI. GENERALITES SUR LES POLLUANTS RENCONTRES DANS LA COTITEX.

Le volume et la qualité des eaux résiduaires varient non seulement d'une usine à l'autre, mais peuvent aussi varier fortement au sein d'une même usine, selon la nature et le nombre des processus de fabrication.

Une caractéristique des rejets d'eaux résiduaires dans les usines textiles, est d'ordinaire constituée par les pointes de concentration, qui se produisent toujours lorsqu'on vidange les bains de teinture épuisés ou autres bains chargés de liquides. [28]

Le processus de fabrication de drap utilise une grande variété de produits chimiques et il se trouve qu'une bonne partie de ces produits est entraînée avec les eaux résiduaires, par conséquent les rejets liquides de la cotitex peuvent renfermer :

- Des matières non dissoutes en suspension.
- Des acides organiques et minéraux (acide acétique, formique, oxalique, glycolique, chlorhydrique, nitrique, sulfurique, tartrique).
- Des alcalis (soude, carbonate de soude, potasse).
- Des oxydants (eau oxygénée, peroxyde de sodium, eau de javel, chlorite de sodium, bicarbonate, perchlorate de sodium)
- Des sels (sulfate de soude, chlorure de sodium)
- des réducteurs (hydrosulfite de sodium, sulfure de sodium, ...)
- des colorants (colorants basiques, acides, substantifs en cuve, au soufre);
- Des produits de mercerisage, de renforcement et d'apprêt (amidon, alginate, carbonyméthyl cellulose, Agent de démercerissage, même de caractère enzymatique).

- Des adjuvants (produits mouillants ou détergents, principalement anioniques);
- des métaux lourds utilisés pour la régénération des rouleaux d'impression (chrome, cuivre, parfois le zinc). [28]

Il nous a donc semblé intéressant de rappeler dans le cadre de notre étude quelques notions générales relatives aux polluants rencontrés dans le complexe COTITEX et de préciser leurs effets sur l'environnement et les êtres vivants.

V. .1. LES POLLUTIONS MECANIQUES (M.E.S).

Celles-ci résultent d'une charge importante des eaux en éléments fins qui demeurent en suspension. Ces éléments fins ont plusieurs effets sur la biocénose aquatique :

- Un effet direct sur les animaux conduisant notamment à une destruction partielle ou totale des organes respiratoires.
- Des effets indirects qui provoquent par le colmatage de fonds, une asphyxie des organismes benthiques dont le biotope normal est à fort granulométrie et une asphyxie des oeufs des espèces de poissons frayants sous les gravières (Salmonides).
- Une augmentation sensible de la turbidité des eaux qui permet quelquefois aux proies d'échapper aux prédateurs, mais qui s'avère le plus souvent nuisible à la photosynthèse en limitant la capture de l'énergie solaire et par suite la productivité. [34]

V. .2. LES POLLUTIONS THERMIQUES.

Ce nouveau type de pollution est provoqué par les rejets d'eaux chaudes des industries textiles, ces eaux proviennent essentiellement des purges de chaudières de production de vapeur et des départements de cuisson des draps (blanchisserie).

Les altérations des composantes physiques et chimiques de l'eau résultants des variations de température déclenchent une série de modifications qui affectent à un degré plus ou moins élevé tous les êtres vivants peuplant le milieu.

C'est ainsi que la toxicité de certaines substances se trouve notablement augmentée par une élévation de température. On assiste à une décomposition importante des matières organiques, d'où une demande d'oxygène accrue en même temps que la teneur des produits libérés par la fermentation (et dont certains sont toxiques, notamment dans le cas de la fermentation anaérobie) augmente parallèlement.

Les animaux et végétaux vivent sous l'effet d'une température préférentielle et optimale, ainsi toute variation importante de la température des effluents peut favoriser la prolifération de certaines espèces au détriment du dépérissement de certaines autres, et par suite, modifier profondément l'équilibre biologique dans un biotope donné.

Sous l'action d'une élévation de température, les microorganismes pathogènes et les virus peuvent se multiplier. D'autre part la filtration des eaux peut être affectée par une prolifération de plancton végétal et de plantes aquatiques envahissantes. [4]

V. 3. LES POLLUTIONS DE NATURE CHIMIQUE

Actuellement l'immense majorité des nuisances sont causées par ce type de rejet. Dans les eaux résiduaires de l'industrie textile, on observe un mélange de deux grandes catégories de polluants :

- Polluants de nature minérale (métaux toxiques, détergents, phosphates, nitrates, ammoniac, sulfate, chlorure,);
- Polluants de nature organique (colorants, huiles,

Pour la commodité de l'exposé nous traiterons chaque composé à part.

V. 3. 1. LES ACIDES.

a/ Généralités : Le traitement des tissus de coton par bains acides, qui fait suite au traitement de chloration donne des eaux résiduaires à caractère acide.

b/ Effets des acides sur l'épuration biologique, les constructions métalliques et les ouvrages maçonnés : Une légère teneur des eaux en acides compromet déjà tous les processus biologiques qui s'y accomplissent. A pH = 6, l'épuration biologique des eaux marque une très forte regression, et à pH = 5,5 elle disparaît totalement. En outre, au bout d'une assez longue période de contact, une teneur de l'eau en acide provoque des détériorations dans les ouvrages maçonnés et les constructions en métaux ferreux. Les canalisations en béton sont dissoutes graduellement par les acides. [46]

c/ Effets des acides sur les poissons :

Les Carpes tombent malades et meurent rapidement à un pH de 4,8. Les Truites sont plus sensibles à l'action des acides, mais le Brochet et la Tanche, par contre, le sont beaucoup moins. [28]

d/ Effets des acides sur les organismes inferieurs :

d'après leur résistance aux acides, Skdowsky distingue deux groupes d'organismes :

- des organismes Sténoacidoactifs, pour lesquels des valeurs de pH de 4,0 entraînant la mort;
- des organismes Euryacidoactifs, qui tolèrent des degrés d'acidité plus élevés. [28]

c/ Effets des acides sur les végétaux :

Tous les acides fortement dissociés freinent le développement des radiceles à partir d'une mole/l. 6400 l.

Les concentrations correspondantes sont :

Acide Chlorhydrique	6 mg/l
Acide Sulfurique	15 mg/l
Acide Nitrique	10 mg/l.

de faibles concentrations provoquent une diminution de l'absorption d'eau. La transpiration est intensifiée par une acidité faible, mais freinée par une acidité plus forte. [28]

V. .3.2. LES ALCALIS

a/ Généralités : La forte concentration en alcalis observée dans les eaux résiduaires de blanchisseries, provient essentiellement des lessives de cuisson et des lessives résiduaires de mercerissage suite à l'utilisation de quantités énormes de soude caustique, de potasse et de carbonate de soude.

b/ Effets des alcalis sur les poissons :

D'après Brandt, les alcalis n'exercent pas sur les poissons d'action toxique à proprement parler, mais provoquent des lésions de l'épiderme et des branchies. Les poissons meurent asphyxiés par suite de la désagrégation progressive de leur appareil respiratoire. Les limites à partir desquelles, les poissons meurent, sont les suivantes :

- Truite de rivière	9,2	- Carpe	10,8
- Truite arc-en-ciel	9,2	- Tanche	10,8
- Gardon	10,4	- Brochet	10,7

V. .3.3. LE CHLORURE

a/ Généralités : A la suite du traitement de la filasse et des tissus

dans les bains chlorés (utilisation de l'hypochlorite de sodium), on obtient des eaux résiduaires présentant une turbidité blanchâtre, à réaction alcaline, et contenant du chlore libre; ce dernier pourra être transformé en chlorures dans un milieu réducteur. [23]

b/ Effet du chlore et des chlorures sur l'homme et l'Environnement :

Bien que le chlore est susceptible de paralyser des systèmes enzymatiques importants, en particulier la Triose phosphodéshydrogénase nécessaire à l'oxydation du glucose, il n'a pas été signalé d'accidents par la consommation d'eau chlorée. D'ailleurs, le chlore résiduel disparaît très rapidement dans le tube digestif sous l'action de la salive et du liquide gastrique. Une teneur de 1mg/l après un contact de 30 minutes n'élimine cependant pas le problème causé par les virus de l'hépatite infectueuse. La réglementation Française indique que l'on ne devrait pas distribuer des eaux dont la teneur en chlore libre est supérieure à 0,1 mg/l.

Pour les chlorures, le grand inconvénient est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau, surtout lorsqu'il s'agit des chlorures de sodium. Ils sont aussi susceptibles d'amener une corrosion dans les canalisations et les réservoirs. Enfin pour l'usage agricole, les teneurs en chlorures peuvent limiter certaines cultures. La réglementation française et les normes américaines suggèrent que la teneur en chlorures des eaux ne dépasse pas 250 mg/l. [39]

c/ Effets sur les poissons :

Une teneur en chlore de 0,15 mg/l s'est révélée mortelle pour la Carpe après 19 jours de contact à 4°C.

La limite de mortalité de NaCl pour Varion est de 10g/l dans l'eau distillée à 18°C et de 11,15 mg/l dans l'eau dure à 19°C (le temps de contact étant de 6 heures). [28]

d/ Effets sur les organismes inférieurs :

Des additions de 0,2 à 0,5 mg/l de chlore en excès provoque la destruction rapide d'un grand nombre de protozoaires. Les différents organismes ont toutefois, vis à vis du chlore des résistances très variables. Les moins sensibles sont ceux qui portent une gaine gélatineuse.

Aux concentrations que l'on rencontre pratiquement, le NaCl n'a pas d'action nuisible sur les animaux aquatiques inférieurs, par exemple une concentration de 2300 mg NaCl/l n'entraîne aucune lésion nette chez les Gammarides et les Chironomides. Le chlorure de calcium s'est montré toxique pour Daphnia magna. [28]

V. 3.4. L'ammoniaque et les sels d'ammonium.

a/ Généralités :

L'azote ammoniacal des eaux résiduaires de l'industrie textile peut avoir pour origine la dégradation de la matière organique végétale (duvets de coton, matières cireuses) et humaine (l'homme élimine 15 à 30 g d'urée par jour). La formation des sels d'ammonium dépend énormément du pH et de la température.

b/ Effets de l'ammoniaque et de sels d'ammonium sur les poissons :

La Truite arc-en-ciel est tuée par une concentration de 5mg/l en peu de temps. Helfer indique pour la limite de toxicité, le chiffre, de 1,25 mg/l. Pour le Goujon, la valeur de seuil de l'ammoniaque est de 1,2 mg/l.

L'action des sels d'ammonium vis-à-vis des poissons est beaucoup plus faible que celle de l'ammoniaque libre, mais se manifeste toutefois par les mêmes symptômes. D'après Bodmer, la limite mortelle due au Carbonate d'ammonium est de 100 mg/l, pour le bicarbonate d'ammonium, elle est de 500 mg/l pour les chlorures d'ammonium elle est de 400 mg/l et pour le sulfure d'ammonium de 40 mg/l. [28]

c/ Effets de l'ammoniaque sur les organismes dont se nourrissent les poissons.

Une concentration de 10 mg/l d'ammoniaque tue les poissons en quelques heures. Pour le subit critique, on cite pour le Carassius auratus, le chiffre de 3 mg/l, pour Tubifex tubifex, celui de 20 mg/l et pour Ephemera asiatica celui de 35 mg/l. [28]

d/ Effets de l'ammoniaque sur les organismes inférieurs :

Les organismes des zones oligosaprobie, β -mésosaprobie sont détruits par l'ammoniac en concentration de 0,08 à 0,4 et ceux de la zone α -mésosaprobie, par des concentration de 0,3 à 0,4 mg/l. NH_3 . Les organismes de la zone polysaprobie sont tués par des concentrations comprises entre 3,2 et 220 mg/l NH_3 . Pour Paramaecium, candelarium, par exemple, le suil critique se situe vers 125 mg/l. [28]

V .3.5. Azote total.

L'azote total ne présente pas la totalité de l'azote mais seulement l'ensemble de ses formes réduites organique et ammoniacale. L'azote organique rencontré dans les eaux résiduaires textiles est principalement constitué par des composés tels que des protéines, des Enzymes, des colorants organiques (Azoïques),.... Très rapidement, la majeure partie de ces produits donne de l'ammoniac (en s'hydrolysant) dont la toxicité a été déjà traitée.

V .3.6. LES NITRATES

a/ Généralités : Les nitrates ont habituellement pour origine une nitrification de l'azote organique.

b/ Effets nuisibles des nitrates sur les êtres humains.

En Europe et au U.S.A. il a été reconnu, que l'eau chargée en nitrate employée pour la préparation des biberons de lait en poudre était susceptible de faire apparaître chez les nourissons une cyanose liée à la formation des méthamoglobines.

D'autre part, il a été évoqué les risques de formation des nitrosamines et leur action cancérogène. Les normes Européennes ont retenu, comme limite supérieure 100 mg/l, comme limite acceptable 50 mg/l et comme limite recommandée 5 mg/l. [39]

c/ Effets des nitrates sur les poissons :

Le nitrate de sodium est mortel pour la Perche à la concentration de 10 g/l. A la concentration de 1g/l n'a aucun effet sur la Tanche, la Carpe et la truite. Comme seuils de perturbation, on cite pour la Truite, arc-en-ciel, le chiffre de 2500 mg/l et pour la Carpe miroir le chiffre de 3100 mg/l. [28]

d/ Effets des nitrates sur les organismes inférieurs.

Le nitrate de sodium provoque chez *Vorticella campanula* une concentration permanente du pédoncule musculaire ainsi qu'une paralysie qui progresse lentement et chez *Paramecium caudatum* des mouvements désordonnés. Le seuil de perturbation pour *Vorticella* est de 2400 mg/l, tandis que pour *Paramecium* il est de 300 mg/l. [28]

V .3.7. LES NITRITES :

a/ Généralités :

Les nitrites peuvent être rencontrés dans les eaux mais généralement à des doses plus faibles. Ils proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniaque, soit d'une réduction des nitrates sous l'influence d'une action dénitrifiante.

b/ Effets des nitrites sur les êtres humains :

Il faut retenir que les nitrites peuvent avoir une action méthémoglobinisante et cancérogène comme cela est indiqué à propos des nitrates. Pour la réglementation française, une teneur en azote nitreux de 10 mg/l ne doit pas être dépassée. [39]

c/ Effets des nitrites sur les poissons.

Des concentrations de 5,6 mg/l et inférieures n'ont aucun effet défavorable apparent sur *Gambusia affinis*. La limite de mortalité, pour un temps de contact de 96 heures, est de 7,5 mg/l. [28]

V .3.8. LE PHOSPHORE

a/ Généralités :

Dans les rejets liquides des usines textiles, le phosphore se présente sous deux formes :

- phosphates inorganiques : les principales formes sont les orthophosphates et les polyphosphates. Les premiers résultent du traitement des tissus de coton par de l'acide phosphorique (H_3PO_4) et des sels de phosphates comme $(NH_4)_3PO_4$, tandis que les polyphosphates proviennent des chaudières où ils sont utilisés pour retarder la précipitation du carbonate de chaux et empêcher ainsi le phénomène d'entartrage.

- Phosphates organiques : ils sont d'origine végétale (matière première) microbienne ou humaine (les urines contiennent du phosphore).

b/ Rôle du phosphore dans les eaux :

Le phosphore entre dans la composition de toutes les cellules. Soit dans les acides nucléiques et les nucléoprotéines, soit dans les liaisons ester dans les enzymes, les vitamines et les réserves d'énergie. Le phosphore est un facteur limitant pour la production primaire. Il participe aussi au phénomène d'eutrophisation des lacs.

c/ Effets toxiques des phosphates sur les poissons.

Le phosphate tripotassique, en concentration inférieure à 560 mg/l, n'a pas d'action toxique décelable sur *Gambusia affinis*. La limite moyenne de mortalité, pour un temps d'action de 96 heures, est de 750 mg/l. De même le phosphore monosodique n'a pas d'action toxique en concentration inférieure à 560 mg/l. Le phosphate trisodique est beaucoup plus nocif. La limite moyenne de mortalité est de 151 mg/l. [28]

V .3.9. LE SOUFRE ET SES COMPOSES REDUCTEURS.

V .3.9.1. LES SULFATES.

a/ Généralités :

La présence des sulfates dans les rejets liquides textiles, résulte de l'utilisation, dans les ateliers d'apprêt, des sels (sulfates de fer, sulfate de sodum, ...) pour améliorer la qualité du tissu.

b/ Effets des sulfates sur l'homme :

La teneur des sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalino-terreux de la minéralisation suivant ceux-ci et selon l'intolérance des consommateurs, il est susceptible d'en résulter des troubles gastro-intestinaux en particulier chez l'enfant. [39]

c/ Effets des sulfates sur les poissons :

A la concentration de 1g/l, le sulfate de sodum est sans action décelable sur la Truite après 3 heures de contact. La limite de mortalité de sulfate d'ammonium, pour la Carpe, est de 500 mg/l. [28]

d/ Effets des sulfates sur les animaux dont se nourrissent les poissons.

Les limites de concentration à partir desquelles le sulfate de sodum est toxique sont les suivants :

Daphnies	0,25 %	Risopodes	0,5%
Larve de chironomides.....	0,5%	Les limaçons.....	0,5%

Le développement des têtards n'est pas freiné par des concentrations de 0,5 - 0,6%, mais il est toutefois interrompu par des teneurs de l'ordre de 1 %

e/ Effets des sulfates sur les végétaux.

Les algues vertes poussent encore abondamment en solution de 1%, en sulfate de sodium. La limite de toxicité pour Patamogéton est de 0,5%, pour Elodea est de 0,25 % et pour Fantinalis elle est de 0,7 %.[28]

f/ Effets des sulfates sur les organismes inférieures.

126 mg de sulfate de sodium sont restés sans action sur la fermentation méthanique de l'acétate de calcium; en concentration 10 fois plus forte (1260 mg/l) le sulfate a toutefois diminué de 70 % la production des gaz.

V .3.9.2. LES SULFITES

a/Généralités :

Grâce à leurs propriétés réductives, les sulfites sont utilisés dans les chaudières pour éviter la corrosion liée à la présence d'oxygène dissous d'où le risque de rencontrer les sulfites dans les rejets d'eau de chaudières.

b/ Effets toxiques des sulfites sur les poissons.

Il a suffi d'une concentration de 100mg/l en Na_2SO_3 pour provoquer la mort chez les Cyprins dorés.[28]

c/Effets toxiques des sulfites sur les organismes inférieurs:

Les sulfites ont une action toxique vis à vis des microorganismes anaérobies, la digestion est retardée par 50 mg/l et empêchée par 100 mg/l de soufre des sulfites. Le seuil de perturbation de sulfite de sodium pour Vorticella campaula est de 1500 mg/l. Chez cette dernière, le sulfite de sodium provoque un ralentissement des mouvements ondulatoires et une lente concentration du pédoncule musculaire.[28]

V .3.10. L'HYDRAZINE.

a/Généralités :

En raison de son action corrosive, un soin particulier est apporté à l'élimination de l'oxygène dissous dans les chaudières à production de vapeur en employant des réducteurs chimiques comme le sulfite de sodium associé à des catalyseurs ou l'hydrazine.[13], [19]

c/Effets de l'hydrazine sur les organismes inférieurs.

Pour diminuer de 75 % le pouvoir nitrifiant des boues activées non acclimatées, il faut une concentration d'hydrazine de 48 mg/l.[28]

V .3.11. METAUX TOXIQUES.

V .3.11. 1. LE CHROME.

a/Généralités :

Le chrome rencontré dans les eaux résiduaires textiles résulte de son utilisation dans les bains acides de décapage (bains de régénération des rouleaux d'impression) sous forme de chromate et d'acide chromique, et de son emploi comme mordant pour la teinture sous forme de sels de chrome. [46]

b/Effets toxiques du chrome sur l'homme.

Des quantités de quelques mg de chrome sont considérées comme utiles pour l'équilibre du métabolisme du glucose et pour la protection contre l'Artériosclérose.

Les caractéristiques cancérogènes du chrome font que les normes, Américaines, ont adopté des concentrations limites maximales du chrome hexavalent le chiffre de 0,05 mg. [39]

c/ Effets toxiques du chrome sur la vie aquatique.

Pour les organismes inférieurs, la limite de toxicité du chrome est à une concentration de 0,05 mg/l. Les poissons sont plus résistants et tolèrent une concentration maximale en chrome de 1mg/l. [39]

d/Effets du chrome sur les végétaux :

Le blé, l'orge, le maïs et les petits pois sont fortement détériorés par une dose de 0,1 mg/l de chrome, les chromates ont un effet favorable sur le blé pour des concentrations faibles. [11]

V .3.11.2. LE CUIVRE.

a/ Généralités :

Le cuivre présent dans les eaux résiduaires textiles provient des bains acides de décapage où il est utilisé en parallèle avec le chrome, comme il peut être formé lors de la corrosion des tuyauteries.

b/ Effet du cuivre sur l'homme.

Le cuivre est un élément essentiel à l'homme, il entre dans la composition de certaines protéines et il intervient également dans le métabolisme du fer, la quantité nécessaire de cuivre pour l'organisme humain est de 2 à 3 mg/j. L'accumulation du cuivre dans l'organisme entraîne des troubles au niveau du foie, du système nerveux central, des yeux,..... La norme Européenne concernant le cuivre dans les eaux de boisson est de 0,05 mg/l. [39]

c/Effets sur les poissons.

La limite de toxicité du cuivre ($\text{Cu SO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) est de 0,1 mg/l pour les Salmonides très sensibles ; 0,35 mg/l pour les Carpes et peut se manifester à des concentrations de 0,01 à 0,02 mg/l en Cu. En présence du zinc, les limites de toxicités augmentent à des concentrations de 1g/l. [21]

f/Effets du cuivre sur les organismes inférieurs.

0,1 à 0,5 mg/l en sulfate de cuivre ont un effet toxique sur les algues. Le seuil de toxicité pour les bactéries de genre E.coli est de 0,08mg/l Cu ; Pour les algues de genre Scenedesmus de 0,15 mg/l et des teneurs allant de 0,2 à 0,6 mg/l (Cu_2SO_4) sont toxiques pour certains protozoaires. [22]

V .3.11. AUTRES METAUX TOXIQUES.

Dans les rejets d'eaux des usines textiles, on enregistre la présence d'un certain nombre de métaux lourds (Pb, cd, zn....) à des concentrations relativement faibles, et de ce fait n'exerçant aucun effet toxique sur les êtres vivants du milieu aquatique et ne présentant aucun danger pour l'homme.

V .3.12 LES COLORANTS.

Les résiduaire de fabrication de drap, de teintureries, d'atelier, d'impression, etc,.... par suite des traces de colorants qu'elles renferment d'ordinaire, produisant dans les cours d'eaux récepteurs, des colorations plus ou moins intenses des eaux, et font ainsi paraître la pollution plus importante qu'elle ne l'est en réalité ; c'est le cas en particulier pour les couleurs foncées. Les colorants affectent également l'utilisation de l'eau pour usages industriels et ménagers à un très haut degré (pas dans tous les cas, mais cependant le plus souvent). En outre, la coloration de l'eau en diminue la transparence, et influe par la suite, dans un sens défavorable sur l'assimilation des végétaux aquatiques, ce qui entraîne des effets nuisibles sur le pouvoir d'autoépuration du cours d'eau et provoque indirectement un préjudice pour l'

pisciculture ; dans certains cas, la diffusion de la laitance des poissons peut se trouver compromise. Aux concentrations mises en oeuvre, il n'y a généralement pas lieu de s'attendre à des effets toxiques de colorants, bien qu'un certain nombre de colorants soient nocifs pour les organismes inférieurs. [26], [28]

V. 3.13. LES HUILES

Les huiles et les graisses rencontrées dans les eaux résiduaires de la COTITEX peuvent avoir:

- une origine naturelle: matières cireuses végétales (duvet de coton) et produits d'apprêtage (amidon, enzymes,....);
- une origine industrielle: graisses provenant des bains de décapage des rouleaux d'impression et huiles issues des lavages des machines.

Effets des huiles sur le milieu aquatique

Les huiles représentées par les hydrocarbures cycliques donnent à l'eau une saveur et une odeur désagréables.

Les matières grasses et les huiles ont la propriété d'être difficilement oxydables, et les nappes souterraines polluées pourront être nuisibles pendant de très longues années.

Les films huileux colorés, en diminuant la capacité d'oxygénation de l'eau et enrobant les flocculats, gênent les opérations de coagulation et de filtration dans les stations d'épuration.

Du point de vue industriel, il a été montré que les hydrocarbures étaient susceptibles d'entraîner une corrosion des circuits de vapeur. [11]

CHAPITRE :6

o-o-o-o-o-o-o-o-o

POLLUTION MICROBIOLOGIQUE DES EAUX

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

VI.1. INTRODUCTION.

Ces dernières années, on a pris de plus en plus conscience des risques d'ordre microbiologique qui résultent de la consommation et de l'utilisation de l'eau contaminée. En effet l'eau est à l'origine de toute vie sur terre et elle est utilisée par l'homme pour la boisson, l'alimentation, la baignade et les travaux domestiques.

Nous devons nous intéresser non seulement à l'eau distribuée, mais à l'ensemble du cycle de l'eau (eaux usées, eaux de surface, eaux d'alimentation) en surveillant avec une particulière attention les dispositifs d'épuration (eaux usées) et le traitement (eau de distribution).

VII.2 POLLUTION MICROBIOLOGIQUE

La pollution biologique des eaux se traduit par une forte contamination bactériologique. Elle soulève dans bien des cas de redoutables problèmes d'hygiène publique. Cette extension incessante de la pollution microbiologique des eaux a pour conséquences une recrudescence d'affections telles que les Collibacilloèses ou les Hépatites virales, Dysenterie, Typhoïde et des virus enteriques. [39]

L'utilisation des cours d'eaux comme moyens de dilution des effluents résiduaires ou urbains présente donc de graves conséquences pour l'hygiène publique. Il semble que la pollution par des matières organiques permettent à de nombreuses espèces de germes pathogènes de se multiplier dans des proportions incommensurables par rapports à ce qu'ils auraient pu faire dans des eaux propres. [7]

VI.3. LES INFECTIONS TRANSMISES PAR L'EAU.

Les infections transmises par l'eau sont causées par des microorganismes qui pénètrent et quittent l'hôte par les voies orales et intestinales. On appelle "infections intestinales" car elles touchent principalement les intestins.

VI. 3.1. LE CHOLERA.

C'est une maladie d'origine hydrique essentiellement causée par l'Entérotoxine de Vibrio-choléra qui colonise l'intestin grêle, les principaux symptômes sont les suivants :

Vomissement et diarrhées abondantes entraînent une déshydratation importante et en absence de traitement, cela entraîne la mort. La pénétration et l'implantation du Choléra sont surtout facilités dans les pays à bas niveau d'hygiène.

Une hygiène personnelle et soigneuse présente la meilleure prévention contre le Choléra. [1], [15], [51]

VI.3.2. L'AMIBIASE.

C'est une maladie provoquée par une amibe pathogène : Entamoéba hystolitica et qui se manifeste principalement par une diarrhée dite dysenterie amibiene.

Les microorganismes peuvent aussi causer des abcès au foie et même envahir les poumons, le cerveau et d'autres organes. [22]

VI.3.3. LA FIEVRE TYPHOÏDE

C'est une maladie contagieuse due à des bactéries de genre Salmonella, La contamination se fait rarement par contact direct (du malade au porteur sain), mais le plus souvent par ingestion d'eau ou d'aliment souillés.

De bonnes conditions sanitaires représentent la meilleure prévention contre la fièvre typhoïde. [22]

VI.3. 4. LA DYSENTERIE BACILLAIRE.

C'est une maladie contagieuse grave, due à l'infection d'aliments à partir de porteur de bactéries, les Shigelles dont on connaît plusieurs variétés.

Après incubation rapide (de 4 à 5 jours), la maladie est marquée par un début brutal associant diarrhées abondantes et douleurs abdominales, puis s'installe un véritable état d'intoxication avec altération de l'état général, fièvre, amaigrissement important. Du fait que les humains constituent le seul réservoir du pathogène, la meilleure prophylaxie consiste à empêcher la transmission par la voie féco-orale, donc de traiter de façon adéquate les eaux d'égouts et aussi empêcher la contamination par des porteurs, des patients et des mouches. [22], [32]

VI.3.5. INFECTIONS MYCOBACTERIENNES.

Il est hors de question de vouloir établir un lien entre la maladie Tuberculose et la pollution des eaux. Par contre les autres infections à Mycobactéries, décrites sous le nom de Mycobactériose méritent d'être signalées. Certains Mycobacteries atypiques sont, en effet, constantes ou fréquentes dans les eaux usées, les eaux de surface et même les eaux de distribution.[15]

VI.4. MICROORGANISMES INDICATEURS DE POLLUTION OU D'EFFICACITE DE TRAITEMENT.

On distingue deux types principaux d'indicateur, les indicateurs de pollution, permettent d'apprécier avec plus ou moins des organismes pathogènes. Les indicateurs d'efficacité de traitement permettent d'évaluer la qualité d'un traitement vis-à-vis d'un microorganisme, ou de plusieurs. En général les mêmes germes sont utilisés dans l'une ou l'autre des situations.[6], [39]

VII.4.1. INTERET DU CONTROLE BACTERIOLOGIQUE.

On emploie de façon croissante des épreuves de plus en plus variées pour déterminer la présence d'organismes indicateurs. Ce procédé servant à l'origine à déceler la contamination de l'eau par les matières fécales. En effet, les bactéries pathogènes étant en concentration trop faible on recherche alors les germes saprophytes de l'intestin tel que l'E-coli et les Coliformes.

En pratique, vis-à-vis des désinfectants couramment utilisés dans le traitement des eaux, les diverses bactéries Coliformes présentent une sensibilité proche des principaux germes pathogènes; Vibrio choléra, Salmonella, Shigella. Cela explique à la fois les témoins de contamination fécale et d'efficacité devinrent des "germes pathogènes".[7], [39]

VI.4.2. LES GERMES TESTS

VI.4.2.1. COLIFORMES TOTAUX.

Les bactéries Coliformes sont abondamment présentes dans le sol, les eaux de surface, ainsi que les aliments ; elles comprennent des

espèces telles que *Klebsiella*, *Enterobacter* et *Citobacter*. Les Coliformes ne sont pas des organismes spécifiques de l'intestin des animaux à sang chaud (y compris l'homme) et l'on peut trouver dans les régions littorales, de nombreuses sources de Coliformes telles que les cours d'eau, les eaux de ruissellement et certains types d'effluents industriels ; *Klebsiella*, par exemple, peut se propager partout où des polycarbohydres sont déversés en grandes quantités. [39]

VI.4.2.2. COLIFORMES FECAUX (COLIFORMES THERMOSTABLES).

Les Coliformes fécaux sont des bactéries facultativement anaérobies appartenant au groupe des Coliformes, on les désigne souvent sous le nom d'*E. COLI* bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes. Les Coliformes fécaux sont spécifiques y compris ceux de l'homme.

On possède quelques informations sur les concentrations :

Excréments humains	10 /g de matière fécale
Eaux usées non traitée	10 - 10 /100ml
Eaux usées après traitement secondaires	10 - 10 /100 ml. [39]

VI. 4.2.3. STREPTOCOQUES FECAUX.

On trouve probablement dans les eaux polluées des espèces de Stréptocoques du groupe D de lancefields, présente dans les matières fécales humaines et animales qui comprennent : *Streptococcus faecalis*, *S. Faecalis*, *S. Faecum* et *S. équinus*. [39]

C H A P I T R E : 7

o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

GENERALITES SUR LES BOUES & LEUR DEVENIR
o-o

1 CONSIDERATIONS GENERALES SUR LES BOUES ET LEUR TRAITEMENT.

La plupart des procédés de traitement utilisés normalement dans la maîtrise de la pollution de l'eau produisent de la boue provenant d'un procédé de séparation solide liquide (décantation, flottation, etc.) ou résultant d'une réaction chimique (coagulation) ou biologique.

En fait, la pollution des eaux usées éliminée dans la station d'épuration se retrouve en tout ou en partie sous forme de boues. Elles constituent un déchet, et comme tout déchet il doit être éliminé.

Le traitement et l'élimination des boues résiduelles des installations de traitement d'eaux usées comportant plusieurs phases :

Epaississement : qui a pour but de concentrer les boues soutirées des décanteurs ou après toutes opérations conduisant à un relargage important d'eau libre.

Stabilisation : qui a pour but de détruire les matières organiques fermentescibles ou de ralentir leur évolution biologique.

Conditionnement : destiné à faciliter la déshydratation de la boue, il permet de modifier les forces de cohésion internes de la boue pour libérer l'eau liée aux particules.

Désinfection : destinée à éliminer les germes pathogènes.

Elimination finale, qui consiste à se débarrasser définitivement des boues. Les caractéristiques générales de ces différentes opérations unitaires sont présentées au tableau (7.1)

2 DEVENIR DES BOUES TRAITÉES.

La rentabilisation des boues est souvent aléatoire et leur évacuation constitue presque toujours une charge d'exploitation importante. Sur le plan économique le but à atteindre est en réalité de limiter les frais d'exploitation de leur traitement. Parallèlement, l'hygiène du travail et la protection de l'environnement imposent le développement de solutions provoquant le minimum de nuisances, au prix parfois d'un accroissement des coûts.

Les principales destinations des boues sont les suivantes :

- l'incinération : Il s'agit de transformer les constituants organiques des boues, en produits stables tels que : CO_2 , NO_2 , SO_2 , H_2O

Opération unitaire	Principe - Technique - Performance	
<u>EPAISSISSEMENT</u>	par décantation par flottation	Siccité maximum : 15 %
<u>STABILISATION</u>	<u>Biologique</u> - Aérobic, destruction des matières volatiles par aération de la boue. - Anaérobic, destruction des matières volatiles en milieu clos avec production de gaz méthane. <u>Chimique</u> Chaulage de la boue liquide ou préalablement déshydratée.	- Destruction des matières volatiles de l'ordre de 30 à 50 %. - Facilite la déshydratation. - Teneur en eau de la boue 90 à 98 %.
<u>CONDITIONNEMENT</u>	<u>Elutriation</u> lavage de la boue à l'eau claire, opération couplée à l'épaississement. <u>Chimique</u> coagulation et floculation de la boue par addition de réactifs minéraux ou organiques. <u>Thermique</u> cuisson de la boue à 160-210°C pendant 30 à 60 minutes.	- Elimination des matières colloïdales et fines. Assure aussi la désinfection.
<u>DESHYDRATATION</u>	<u>Naturelle</u> : lit de séchage. <u>Mécanique</u> : filtration sous vide et sous pression, centrifugation.	Siccité : 20 à 60 %. Siccité maximum : 50 %.
<u>SECHAGE</u>	<u>Séchoirs</u> de tous types, souvent couplés à l'incinération <u>Incinération</u> séchage et combustion des matières organiques sur boues déshydratées pour permettre l'auto-combustion.	Siccité maximum : 90-98 %. Stabilisation et réduction de volume maximales.
<u>ELIMINATION FINALE</u>	<u>Versage</u> des boues liquides ou déshydratées. <u>Revalorisation</u> agricole sous forme liquide ou solide.	

TABLEAU 71

Sous l'influence du pH et de la température, ces matières toxiques mises en décharges se redissolvent dans les eaux souterraines. Leur migrations du fond de la décharge à la nappe est essentiellement fonction des conditions du milieu naturel et des facteurs chimiques et pédagogiques réagissant l'équilibre sol - eau

- Ces matières toxiques provoquent des effets nocifs sur l'homme, l'animal et le végétal, qui on fait déjà, l'objet du chapitre IV.

CHAPITRE : 8

-o-o-o-o-o-o-o-o-

ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX .

-o-

VIII-I INTRODUCTION

Il n'est guère de substance qui ne puisse se retrouver dans un réseau d'évacuation d'eaux résiduaires, même si son rejet est interdit. Cette situation résulte d'une mauvaise connaissance de cette pollution, ainsi que d'une mauvaise information de la réglementation.

On ne cherche donc pas à identifier, ni à doser, systématiquement tous les composés dont la présence pourrait être considérée comme éventuellement possible. Le potentiel de pollution de l'effluent sera plutôt apprécié par une série de mesures de caractère très globale, cherchant à traduire avec plus ou moins de fidélité, les nuisances susceptibles d'être induites dans les milieux récepteurs.

Nous nous sommes donc attachés dans ce travail à mesurer systématiquement les paramètres généraux indicatifs des pollutions physiques, thermiques et biologiques.

De plus, nous tenons à signaler que nos analyses ont été faites dans trois laboratoires :

- laboratoire du département fluide du Complexe COTITEX.
- laboratoire du département de Genie de l'Environnement à l'E.N.P.A.
- laboratoire de l'Agence nationale des ressources hydrauliques (ANRH)

VIII.2. Prélèvements

Quelque soit la qualité d'une analyse, son résultat n'est valable que dans les conditions suivantes :

- * L'échantillon à analyser est bien représentatif de la masse d'eau considérée.
- * L'échantillon ne s'est pas altéré entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse.

Pour la détermination des paramètres de pollution, nous avons effectué des échantillons moyens aux points les plus représentatifs à raison d'un par semaine.

Les différents points de prélèvement sont :

- un au niveau du collecteur général des eaux dites "fortement polluées"
- un au niveau du collecteur général des eaux dites "faiblement polluées"
- un à la sortie de la station de traitement des eaux (sortie du décanoteur secondaire);
- un dernier dans la conduite évacuatrice des eaux résiduaires de chaudières.

VIII.3. CONSERVATION DES ECHANTILLONS.

Certaines de nos analyses, ont été effectuées sur place, immédiatement après le prélèvement, c'est le cas de la mesure de la température, de l'oxygène dissout, du pH et de la turbidité.

Les échantillons ont été prélevés, soit dans des contenants en verre, soit dans des contenants en matière plastique, ces derniers sont généralement en polyéthylène et bien résistants aux agents chimiques.

Pour stabiliser nos échantillons ou, du moins, ralentir les réactions éventuelles qui peuvent avoir lieu entre le moment de prélèvement et celui de l'analyse, on a été amené à prendre quelques précautions particulières (conservation à 4°C, ajout des agents chimiques).

Le tableau " 8.1 " indique le délai maximal entre le moment du prélèvement et celui de l'analyse, et les précautions à prendre pour les différentes analyses.

TABEAU " 8.1 "

Analyse	Contenant	Conservation	Délai maximal
Alcalinité	P ou Vb	-	24h
Azote total	P ou V	H S (q.s.p pH2)	48h
Conductivité	P ou V	-	48h
DBO	P ou V	Conservation à 4°C	6h
DCO	P ou V	H SO (+2ml e)	24h
Huiles et graisses	V	H l(2ml/ e)	-
M.E.S	P ou V	-	6h
Métaux lourds	P ou V	HNO (2ml/ e)	24h
phosphates	V	HgCl (4mg/e)	2mois
Sulfates	P ou V	-	24h
Sulfites	P ou V	-	6jours

V : Verre

P : Plastique

Vb : Verre borocilicaté.

VIII.4. PARAMETRES ANALYTIQUES.

La connaissance de la nature des matières premières, ainsi que le procédé de fabrication, nous ont permis de sélectionner les différents paramètres physico-chimiques à analyser pour l'ensemble des rejets de la COTITEX, et qui sont les suivants :

- la température (° C)
 - le potentiel d'hydrogène (pH)
 - Turbidité (Unités turbidimétriques)
 - Matières en suspension (M.E.S : mg/l)
 - couleur
 - conductivité (ms /cm)
 - Alcalinité (meq/l ou F)
 - Demande biochimique en oxygène (DBO : mg d'O₂/l)
 - Demande chimique en oxygène (D.C.O : mg d'O₂ /l)
 - Chlorures
 - Sulfates
 - phosphates
 - Ammoniaque
 - Azote KJELDAHL
 - Huiles
 - Hydrazine.....)
 - Sulfite.....)
 - polyphosphates.....)
- } : Spécifiques aux rejets de chaudières
- Chrome
 - Cuivre
 - Zinc
 - Plomb
 - Fer

Les différentes méthodes utilisées pour le dosage de ces paramètres sont décrites en annexe." I"

VIII.5. NORMES DE REJET DES EAUX.

Les normes portent généralement soit sur les caractéristiques de l'eau receptrice, soit sur celles de l'effluent déchargé.

Les normes de qualité de l'eau déchargée sont établies sur la base de concentration en polluant qui peut-être deversé ou en fonction du degré de traitement requis.

Quand les normes portent sur les eaux receptrices, elles sont établies en fonction des critères de dilution tenant compte du seuil toxique du polluant, ou en fonction d'exigences particulières établies pour le milieu recepneur. [16]

Ces normes définissent les valeurs maximales d'ordre général qui, selon les cas particuliers peuvent devenir plus contraignantes. Malgré le développement de la politique de la protection de l'environnement en ALGERIE, il n'existe pas pour le moment de réglementation officielle concernant le rejet des effluents industriels. Cependant la CADAT (CAISSE Algérienne d'Aménagement du territoire) a établi des normes de concentration limitées de rejet des eaux résiduaires après traitement et ceci uniquement au niveau des zones industrielles (REGHAIA-ROUIBA, SETIF, BEL ABBES;....) qu'elle contrôle.

- Ces normes sont regroupées dans le tableau " I " (Annexe " A2 ")
- Les tableaux "2,3,4," (Annexe " A2 ") regroupent certaines normes de composition des eaux résiduaires (après traitement), de quelques pays d'Europe.

VIII.6. RESULTATS D'ANALYSE

Tous les résultats d'analyse des eaux résiduaires de la COTITEX (eaux fortement polluée, eau faiblement polluée, eau traitée et eaux résiduaires de chaudières) sont regroupés dans les tableaux N° = 8, 2/3/4/5

Tableau N° = 8.2

Résultats d'analyse de l'eau dite "fortement polluée"

Date du prélevement	05/03/88	12/03/88	20/03/88	04/04/88	19/04/88
Heure	10h 15mn	11h 00mn	10h.20mn	11h 15mn	11h 50mn
Température(°c)	35	30	31	31	37
pH	9,61	9,40	9,22	9,03	9,00
Couleur	Grise	Noire	Bleue	Noire	Rouge
Turbidité (+)	80	60	55	105	70
Conductivité (mS/cm)	1,76	0,36	0,90	1,32	1,82
M.E.S (mg/l)	723	530	592	1400	618
T _{AC} (°F)	24	40	21,5	20	17
D.B.O ₅ (mg d'O ₂ /l)	145	70	96	160	122
D.C.O (Mg d'O ₂ /l)	410	236	220	480	345
Azote total (mg N/l)	7,5	15	22	15,4	10
Chlorures (mg/l)	80	70	115	110	114
Phosphates (mg/l)	4,6	0,2	1,1	3,4	0,7
Sulfates (mg/l)	nd	nd	Nd	Nd	Nd
Huiles (mg/l)	170	110	186	92	128
Chrome (mg/l)	0,19	0,18	0,12	0,06	0,09
Cuivre (mg/l)	0,15	Nd	0,96	0,08	0,02
Zinc (mg/l)	0,39	0,61	0,40	0,19	0,45
Fer (mg/l)	0,44	0,51	Nd	0,09	—

(+): Unité formazine

nd : non décelable

T_{AC} : titre alcalimétrique complet

Tableau N° 8.3

Résultats d'analyse de l'eau dite "faiblement polluée"

Date du prélevement	05/03/88	12/03/88	28/03/88	04/04/88	19/04/88
Heure	10h 15mn	11h 00mn	10h 20mn	11h 15mn	11h 50mn
Température(°c)	45	41	47	43	40
pH	10,10	10,35	9,91	10,53	10,02
Turbidité(+)	45	65	39	54	74
M.E.S (mg/l)	578	1078	615	966	1236
Conductivité (mS/cm)	—	3,5	0,65	2,4	0,95
T _A (°F)	18	—	58	22	12
T _{AC} (°F)	—	75,5	59	88	48
D.B.O ₅ (mg d'O ₂ /l)	357	213	330	—	298
D.C.O (mg d'O ₂ /l)	516	423	740	612	627
Ammoniaque (mg d'NH ₃ /l)	14	30	22,8	13	18,6
Azote total (mg d'N/l)	46	80	66	—	51,5
Chlorures (mg/l)	276	114	229	234	130
Phosphates (mg/l)	2,5	0,8	1,20	1,5	0,5
Sulfates (mg/l)	0,3	0,8	1,2	Nd	Nd
Huiles (mg/l)	234	—	483	455	970

(+): Unité formazine.

T_A : Titre alcalimétrique (en degré français).

T_{AC} : Titre alcalimétrique complet (en degré français).

Tableau N° = 8.4

Résultats d'analyse de l'eau traitée.

Date du prélèvement	05/03/88	12/03/88	28/03/88	04/04/88	19/04/88
Heure	10h 15mn	11h 00mn	10h 20mn	11h 15mn	11h 50mn
Température(°c)	14	26	28	26	23
pH	7,96	8,09	8,14	7,86	8,32
Couleur	Transparente	Grise-claire	Transparente	Transparente	Rouge-claire
Turbidité (+)	10	19	22	12	18
M.E.S (mg/l)	63	90	96	85	102
Conductivité (mS/cm)	0,95	0,70	0,40	0,70	0,15
T _{AC} (°F)	52	54	48,5	36	42
D.B.O ₅ (mg d'O ₂ /l)	31	19	22	—	353
D.C.O (mg d'O ₂ /l)	90	—	120	64	79
Clorures (mg/l)	180	130	98	146	108
Ammoniaque (mg d'NH ₃ /l)	0,4	0,9	0,7	—	0,5
Azote total (mg d'N/l)	1,2	1,6	0,9	1,1	0,1
Sulfates (mg/l)	Nd	Nd	Nd	Nd	Nd
Phosphates (mg/l)	0,05	Nd	0,08	Nd	0,07
Huiles (mg/l)	79	—	59	98	208
Chrome (mg/l)	Nd	0,07	0,05	0,01	Nd
Cuivre (mg/l)	0,01	Nd	0,12	Nd	0,05
Zinc (mg/l)	0,08	0,06	Nd	0,03	Nd
Fer (mg/l)	6,32	2,41	0,78	2	0,8

(+) : Unité formazine.

T_{AC} : Titre alcalimétrique complet (en degré français).

Nd : Non décélable.

Tableau N° = 8.5

Résultats d'analyse des eaux résiduaires de chaudières

Date du prélevement	05/03/88	12/03/88	28/03/88	04/04/88	19/04/88
Heure	10h 00mn	11h 20mn	10h 45mn	11h 00mn	12h 00mn
Température(°c)	75	70	70	72	78
pH	10,58	11,20	11,35	10,87	10,57
Turbidité (+)	40	—	22	35	28
M.E.S (mg/l)	35	26	—	41	Nd
Phosphates (mg PO_4^{3-} /l)	0,2	2,6	4,3	2,3	1,8
Polyphosphates (mg PO_4^{3-} /l)	13,6	—	8,9	11,1	8
Hydrazine (mgd'N H /l)	0,07	0,06	0,12	0,2	0,08
Sulfites (mg de sulfite de sodium/l)	8,5	10,5	6,5	—	14,5

(+) :Unité formazine.

Nd :Non décélable.

VIII.7. EVALUATION DU RENDEMENT DE LA STATION DE TRAITEMENT DES EAUX

Pour pouvoir évaluer le pourcentage de réduction de la pollution des eaux résiduaires après leur traversée de la stations d'épuration (STEP), il a fallut connaître la concentration des polluants à l'entrée et à la sortie de la station.

D'autre part, toutes nos analyses ont été faites sur les deux types de rejets, affluents, vers la station, séparément, pour cela, on a effectué une estimation de la valeur moyenne de la teneur de ces rejets en divers polluants en faisant appel à leurs débits.

-Exemple d'évaluation du pourcentage de réduction de la D.B.O₅:

- Soit: Q_1 : le débit des eaux dites "fortement polluées";
 Q_2 : le débit des eaux dites "faiblement polluées";
 Q_T : le débit total des eaux affluents vers la station d'épuration (STEP), il est donné par $Q_1 + Q_2$;
 L_1 : la valeur moyenne de la D.B.O₅ des eaux dites "fortement polluées";
 L_2 : la valeur moyenne de la D.B.O₅ des eaux dites "faiblement polluées";
 L_S : la valeur moyenne de la D.B.O₅ des eaux traitées.
 L : la D.B.O₅ moyenne de l'ensemble des eaux à traiter, elle est donnée par la relation suivante:

$$L = \frac{Q_1 \cdot L_1 + Q_2 \cdot L_2}{Q_T}$$

Le pourcentage de réduction de la D.B.O₅ sera donné par la formule:

$$(\%) = 100 - \frac{L_S}{L} \cdot 100$$

Application numérique:

$$Q_1 = 200 \text{ M}^3/\text{h} \quad , \quad Q_2 = 248 \text{ M}^3/\text{h} \quad , \quad Q_T = 448 \text{ M}^3/\text{h}$$
$$L_1 = 119 \text{ mg d'O}_2/\text{l} \quad , \quad L_2 = 300 \text{ mg d'O}_2/\text{l} \quad ,$$
$$L_S = 27 \text{ mg d'O}_2/\text{l}$$

$$L = \frac{200 \cdot 119 + 248 \cdot 300}{448} = 219 \text{ mg d'O}_2/\text{l}$$

$$(\%) = 100 - \frac{27}{219} \cdot 100 = 87,6 \%$$

$(\% \text{ de réduction de la D.B.O}_5) = 87,6\%$

De la même façon nous avons évalué les (%) de réduction de tous les autres paramètres par la (STEP). Les résultats ainsi obtenus sont regroupés dans le tableau N° =

Tableau N° = 8.6

Résultats d'évaluation des (%) de réduction des différents
polluants

Parametre de pollution	A1	A2	A3	A4	(%) de réduction
M.E.S (mg/l)	773	895	840	87	89,6
T _{AC} (°F)	24,5	67,4	48,2	46,5	3,5
D.B.O ₅ (mg d'O ₂ /l)	119	300	219	27	87,6
D.C.O (mg d'O ₂ /l)	338	584	474	88	81,4
Azote total (mg d'N/l)	14	61	40	1	97,5
Chlorures (mg de Cl ⁻ /l)	98	197	153	132	13,7
Sulfates (mg de SO ₄ ⁻ /l)	Nd	1,4	1,4	Nd	100
Phosphates (mg de PO ₄ ⁻ /l)	2	1,3	1,6	0,04	97,5
Huiles (mg/l)	137	538	359	111	69,1
Chrome (mg/l)	0,13	Nd	0,06	0,03	50
Cuivre (mg/l)	0,24	Nd	0,11	0,04	63,64
Zinc (mg/l)	0,41	Nd	0,18	0,03	83,34
Fer (mg/l)	0,26	Nd	0,12	2,46	0

- A1: Concentration moyenne en divers polluants de l'eau dite "fortement polluée";
A2: Concentration moyenne en divers polluants de l'eau dite "faiblement polluée";
A3: Concentration moyenne estimée, en divers polluants, de l'ensemble des eaux à traiter;
A4: Concentration moyenne en divers polluants de l'eau traitée.

D'après les résultats obtenus, on peut dire que le rendement moyen d'élimination de la pollution des eaux par la (STEP) se situe au environs de 65%.

CHAPITRE ; 9

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

ANALYSE MICROBIOLOGIQUE DES EAUX

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

METHODOLOGIE D'ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

IX.1. INTRODUCTION.

Pour estimer ou contrôler le degré de pollution microbiologique d'une eau, la technique utilisée consiste à chercher les germes test jouant le rôle d'indicateurs de pollution ou d'efficacité de traitement.

Dans notre travail, nous nous sommes limités à la recherche et au dénombrement.

- des germes totaux
- des Coliformes totaux
- d'Escherichia Coli
- des Stréptocoques fécaux

Les prélèvements, la manipulation des échantillons et leur analyse ont été effectués avec beaucoup de soin et avec toutes les précautions d'asepsie, car à chaque opération, s'attache un risque de toute la séquence.

IX.2. PRELEVEMENT ET ECHANTILLONNAGE :

Nous avons choisi, un point de prélèvement situé sur le canal d'acheminement d'effluents de la station d'épuration, situé à quelques 350 m de celle-ci.

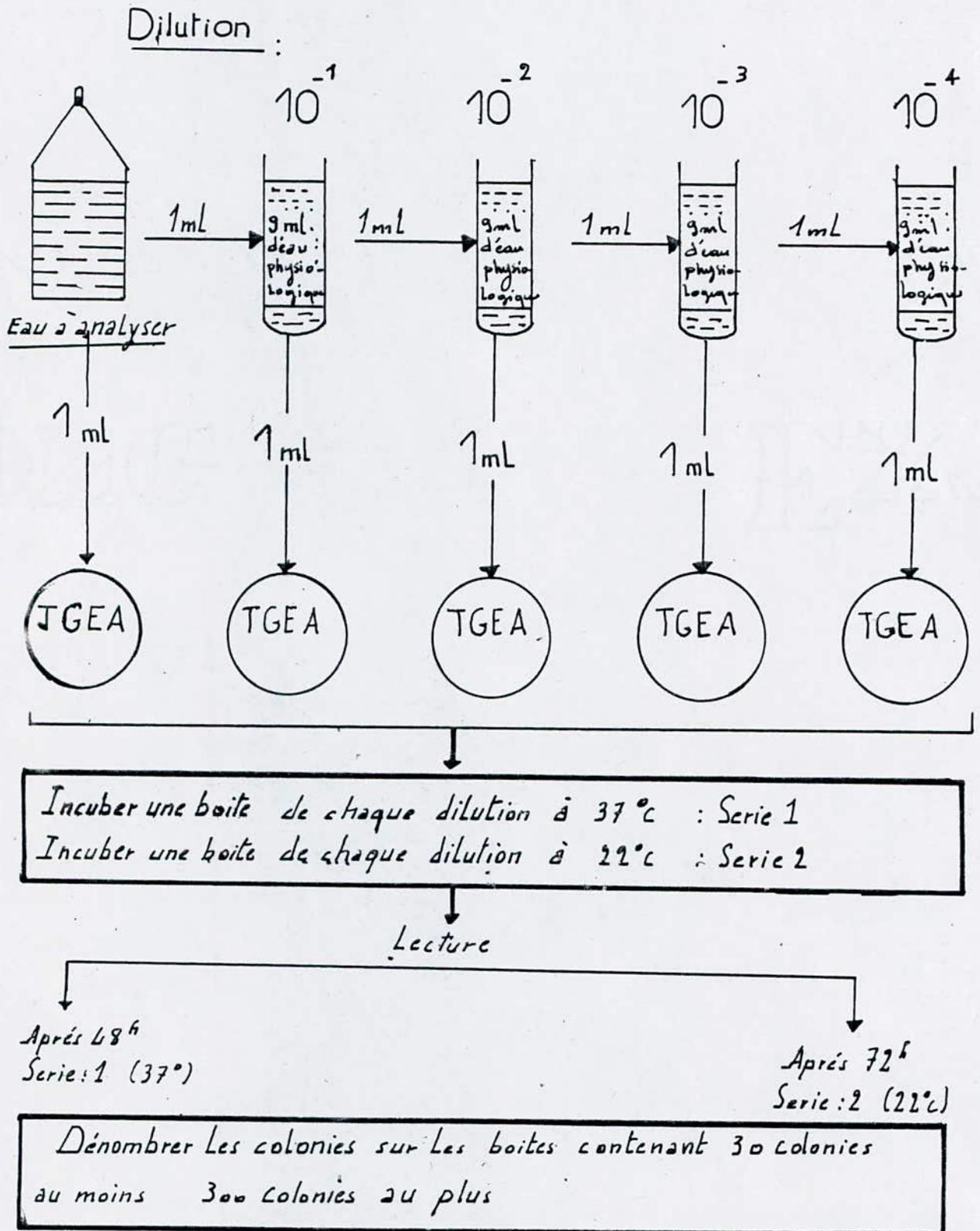
Les échantillons sont recueillis dans des flacons soumis au préalable à un nettoyage rigoureux, et stérilisés. Et comme il s'agit d'eaux traitées à l'eau de javel, les flacons utilisés contiennent 10 mg d'hyposulfite de sodium.

Pour éviter que les germes présents sur les mains et à la surface des flacons ne contaminent l'eau qui pénètre dans les flacons, nous saisissons d'abord la partie inférieure du col, ou en introduira le col dans l'eau tout en le maintenant un peu au dessus du fond pour laisser l'air se dégager. Aussitôt le flacon bouché, nous protégeons le bouchon et le col du flacon avec du papier aluminium.

IX.3. TRANSPORT ET CONSERVATION

Le transport des échantillons depuis le point de prélèvement jusqu'au laboratoire, se fait dans une glacière à 4° C. La durée maximale de transport a été d'environ 4 heures.

DENOMBREMENT DES GERMES TOTAUX



Nous rappelons pour mémoire que le délai maximum recommandé est de 8 heures selon la législation Française et de 30 heures selon la législation américaine (39).

IX.4. NUMERATION DES GERMES TOTAUX

Elle consiste en une estimation du nombre total des germes présents dans l'eau, il s'agit d'un dénombrement de germes contenus dans un ml d'eau aux dilutions 1, 1/10 , 1/100....

Nous réalisons un ensemencement dans la masse, c'est à dire que nous faisons écouler le milieu T.G.E.A. (gélose tryptome glucose agar) à 45° C sur les boîtes de Petri contenant 1 ml d'eau aux différentes dilutions.

Nous agitons doucement par un mouvement circulaire pour assurer un mélange homogène de l'eau avec la gélose, sans faire de bulles.

Nous faisons une série de deux boîtes pour chaque dilution car ces dernières seront incubées à 2 températures 37 °C et 22°C.

La gélose utilisée contient des substances nutritives nécessaires à la multiplication des germes au cours de temps d'incubation. Elle durcit par refroidissement et ainsi chaque germe en place. Comme les microorganismes prolifèrent très vite chacun d'eux engendre une colonie visible. Pour la lecture, elle se fait après 48 h à 37 °C après 72 h à 22°C, nous procédons le dénombrement sur les boîtes contenant 50 colonies au moins et 300 au plus, sauf dans le cas où les boîtes ensemencées avec 1 ml supporterait un nombre inférieur.

Dans le cas inverse où le nombre de colonies défie le dénombrement nous l'estimons sur fine fraction de la boîte et nous multiplions le chiffre obtenu par le facteur approprié.

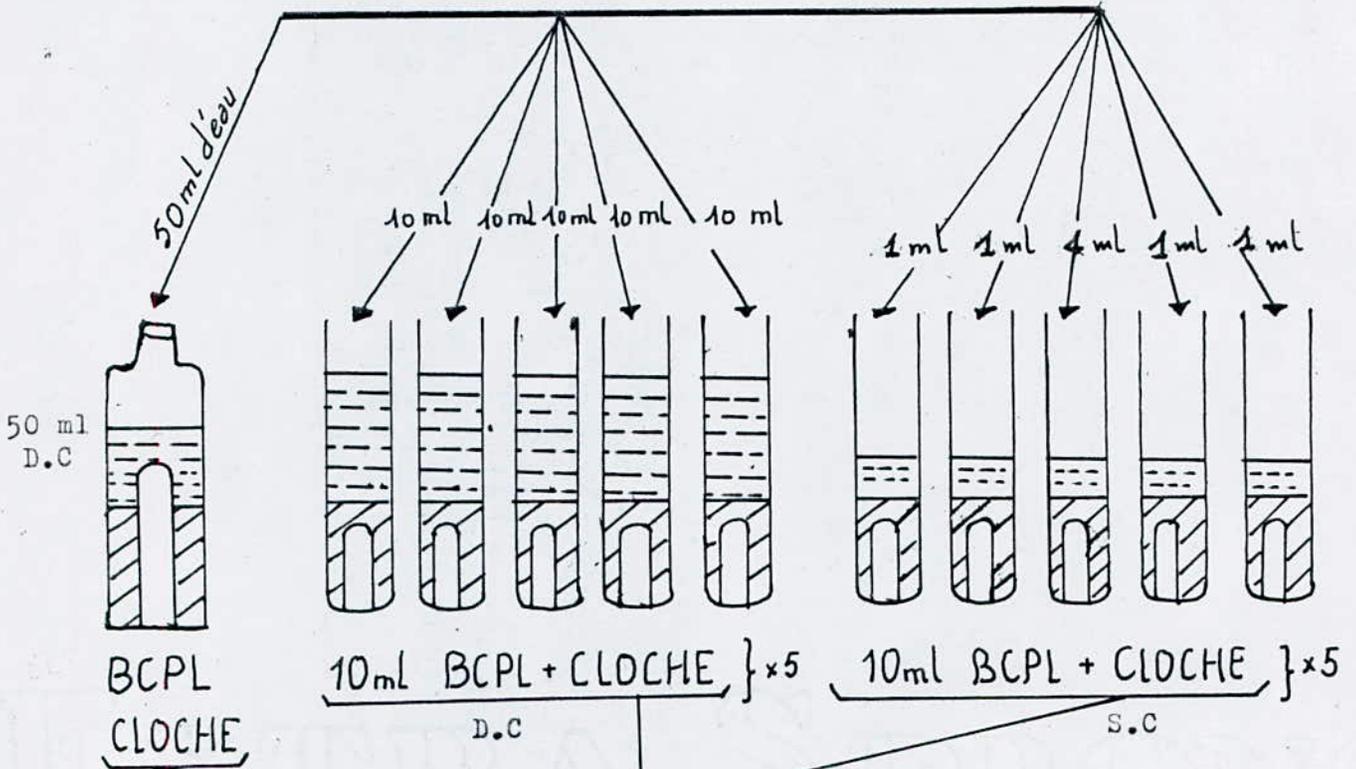
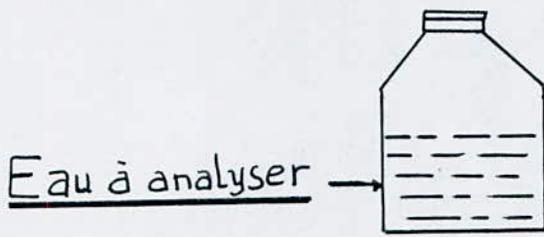
IX.5. LA COLIMETRIE

La colimétrie consiste à déceler et dénombrer les germes Coliformes et, parmi eux, *Escheria coli* dont seule l'origine fécale est certaine.

Elle comporte deux temps.

- La recherche présomptive des Coliformes
- la recherche confirmative des Coliformes fécaux et particulièrement des E. coli.

COLIMETRIE



INCUBATION 48^h à 37°C

Virage du milieu au jaune
+ gaz dans la cloche =
= Présence de coliformes

Confirmation pour E.coli



milieu inoïote mannitol
+ cloche

24^h à 44°C

Si culture et gaz ⊕

Indole ⊕

Présence de E. coli

IX.5.1. TEST PRESOMPTIF :

Cette phase de colimétrie est basée sur la propriété commune aux coliformes de fermenter le lactose.

L'ensemencement se fait sur une série de tubes de milieu B.C.P.L., avec cloche de Durham.

Nous ensemençons : 1 flacon de 50 ml de milieu à double concentration avec 50 ml d'eau

5 tubes de 10 ml de milieu à double concentration avec 10 ml d'eau.

5 tubes de 10 ml de milieu à simple concentration avec 1 ml d'eau.

Nous chassons le gaz éventuel des cloches et nous faisons incuber à 37°C. La lecture se fait après 48 h d'incubation. Tous les tubes présentant une culture avec virage du bouillon et du gaz dans la cloche, seront considérés comme positifs, c'est à dire pouvant contenir des Coliformes, et seront comptabilisés.

Le dénombrement se fait à l'aide des tables de N.P.P pour obtenir le nombre de coliformes présents dans 100 ml.

IX.5.2. RECHERCHE DES ESCHERICHIA COLI, TEST CONFIRMATIF.

A partir de chaque bouillon B.C.P.L contenant des coliformes, nous ensemençons 2 à 3 gouttes à l'aide de pipettes Pasteur, dans un tube indolmannitol (milieu de Schubert) muni d'une cloche de Durham, et nous faisons incuber à 44°C.

Après 24 heures, on considère tous les tubes présentant une fermentation du gaz dans la cloche, et un anneau rouge en surface après addition de réactif de Kovacks, comme positifs, donc présence de E.coli.

Nous notons le nombre de tubes positifs dans chaque série et le dénombrement se fera aussi à l'aide de table de N.P.P.

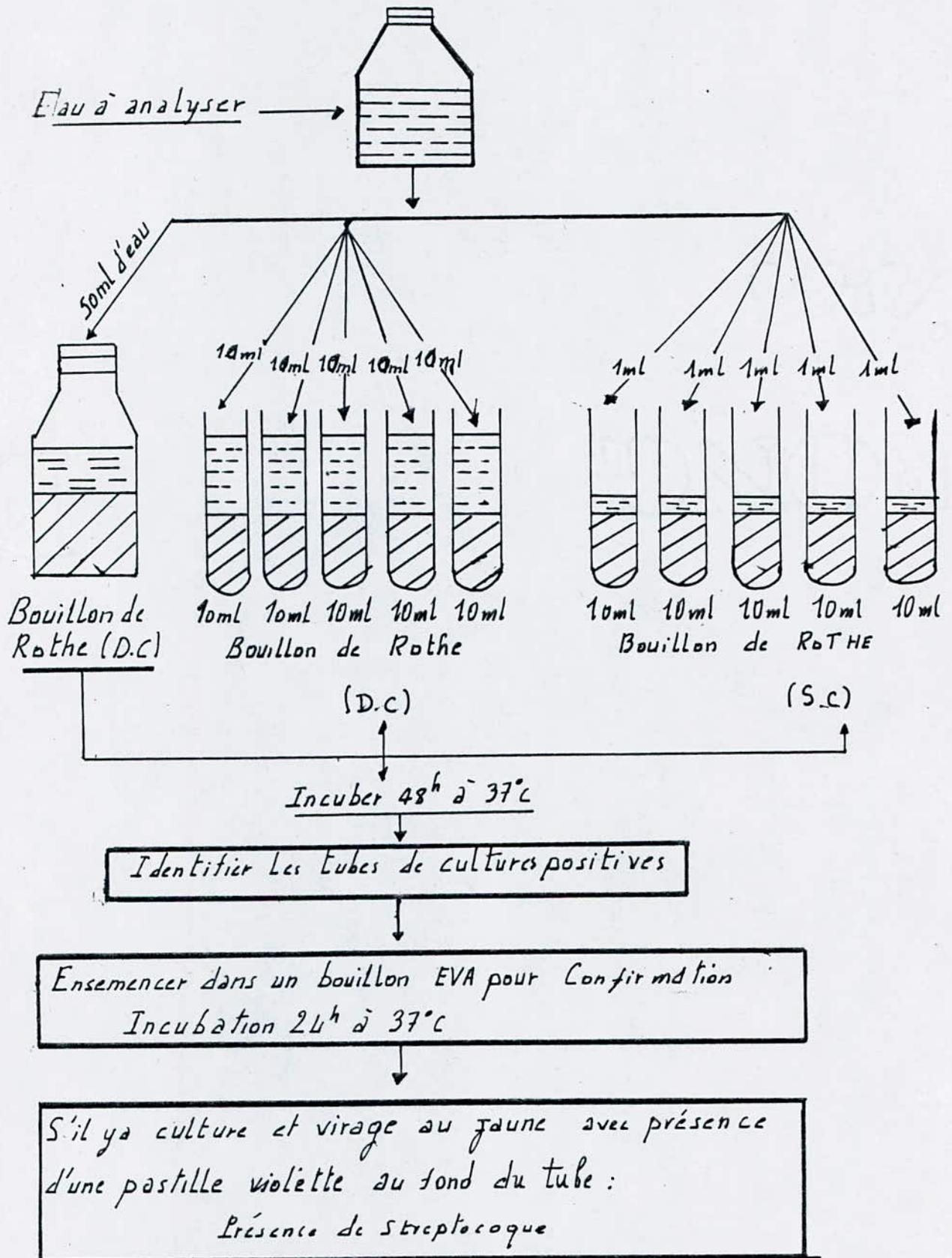
IX.6. RECHERCHE ET DÉNOMBREMENT DES STREPTOCOQUES FECAUX

IX.6.1. PRINCIPE

Deux milieux de sélectivité différents sont imposés par la législation internationale pour la détermination quantitative des streptocoques fécaux dans l'eau.

L'un de ces milieux ne contient que de l'azide de sodium comme agent

DENOMBREMENT DES STREPTOCOQUES FECALUX



sélectif : c'est le milieu de "Rothe". Après ensemencement et incubation, sont considérées comme positifs les tubes présentant un trouble.

Mais ces résultats n'ont qu'une valeur de test présomptif : pour les confirmer, il est indispensable de réensemencer à partir des tubes de milieu de Rothe, un second milieu plus sélectif, le milieu de Litsky (test confirmatif).

Le milieu de Litsky contient de l'azide de sodum et du cristal violet ; la présence de *Streptococcus* s'y traduit par un trouble plus ou moins important et la formation d'une pastille violette au fond du tube.

IX.6.2. TEST DE PRESOMPTION

Nous ensemençons :

- 1 flacon contenant 50 ml de Bouillon de Rothe double concentration avec 50 ml d'eau.
- 5 tubes de 10 ml de bouillon de Rothe double concentration avec 10 ml d'eau
- 5 tubes de 10 ml de bouillon de Rothe simple concentration avec 1 ml d'eau.

Nous incubons à 37 ° C.

IX.6.3. TEST DE CONFIRMATION.

A partir des tubes de bouillon de Rothe positifs, nous ensemençons 2 à 3 gouttes, à l'aide de pipette Pasteur dans un bouillon à méthyl violet et Azide de sodum E.V.A. (milieu de Litsky) et incubons à 37 °C pendant 24 h. Nous notons les tubes positifs, et nous référons aux tables de N.P.P. pour le dénombrement.

EXPRESSION DES RESULTATS

Les analyses bactériologiques que nous avons effectuées durant la période allant du 05.03.1988 au 24.04.1988 ont donné les résultats suivants ;

Remarque :

Tous les résultats sont exprimés par rapport à 100 ml d'eau.

PREMIERE CAMPAGNE

- * Date du prélèvement 05.03.1988
- * Heure de prélèvement 10 h 55 mn
- * Heure début d'analyse 14 h 00 mn
- ** Les germes totaux à 37 °C 336.000
- ** Les germes totaux à 22°C 48.000
- ** Colimètres et stréptocoques fécaux ;

Nombre de germes	Nombre de tubes(+)			Combinaison	N.P.P.	Limite de Confiance à 95 %
	50ml	10ml	1ml			
Coliformes	1	5	5	1 - 5 - 5	≥ 240	-
E. Coli	1	5	5	1 - 5 - 5	≥ 240	-
S.fécaux	1	5	5	1 - 5 - 5	≥ 240	-

DEUXIEME CAMPAGNE.

* Date du prélèvement 05.03.1988
 * Heure de prélèvement 10H 30mn
 * Heure de début d'analyse 14H
 ** Les germes totaux à 37 °C 225.000
 ** Les germes totaux à 22° C 57.000
 ** Colimétrie et stréptocoques fécaux;

Nombre de germes	Nombre de tubes (+)			Combinaison	N.P.P	Limite de confiance à 95 %
	50 ml	10 ml	1 ml			
Coliformes	1	5	5	1 - 5-5	≥ 240	-
<u>E.Coli</u>	1	5	4	1 - 5-4	161	27.217
S.fécaux	1	5	5	1 - 5-5	≥ 240	-

TROISIEME CAMPAGNE

* Date du prélèvement 04.88
 * Heure de prélèvement 10H 30 mn
 * Heure de début d'analyse 14H 15 mn
 ** Les germes totaux à 37 °C 269.000
 ** Les germes totaux à 22 ° C..... 28.000

** Colimétrie et streptocoques fécaux ;

Nombre de germes	Nombre de tubes (+)			Combinaison	N.P.P.	Limite de confiance à 95 %
	50 ml	10 ml	1 ml			
Coliformes	1	5	5	1.5.5	> 240	-
<u>E.Coli</u>	1	5	3	1.5.3	92	27.217
S.fécaux	1	3	3	1.3.3	18	5-53

QUATRIEME CAMPAGNE.

* Date de prélèvement 24.04.1988
 * Heure de prélèvement 11H 15 mn
 * Heure de début d'analyse 14H 30 mn
 ** Germes totaux à 37 ° C 322.000
 ** Germes totaux à 22 ° C 50.000
 ** Colimétrie et Stréptocoques Fécaux ;

	Nombre de tubes (+)			Combinaison	N.P.P	Limite de confiance 95%
	50 ml	10 ml	1 ml			
Coliformes	1	5	5	1-5-5	>240	-
<u>E.Coli</u>	1	5	4	1-5-4	161	39- 450
S.fécaux	1	5	4	1-5-4	161	39- 450

Nombre de germes par 100 ML	G.T	C.T	$\frac{C.T}{G.T} \cdot 100$	<u>E. coli</u>	$\frac{E.coli}{G.T} \cdot 100$	S.F	$\frac{S.F}{G.T} \cdot 100$
Premiere	$\frac{336000}{\text{à } 37^{\circ}\text{C}}$	≥ 240	$\geq 0,071$	≥ 240	$\geq 0,071$	≥ 240	$\geq 0,071$
	$\frac{48000}{\text{à } 22^{\circ}\text{C}}$		$\geq 0,500$		$\geq 0,500$		$\geq 0,500$
Deuxieme	$\frac{225000}{\text{à } 37^{\circ}\text{C}}$	≥ 240	$\geq 0,106$	161	0,071	≥ 240	$\geq 0,106$
	$\frac{257000}{\text{à } 22^{\circ}\text{C}}$		$\geq 0,421$		0,282		$\geq 0,421$
Troisieme	$\frac{269000}{\text{à } 37^{\circ}\text{C}}$	≥ 240	$\geq 0,089$	92	0,034	18	0,006
	$\frac{28000}{\text{à } 22^{\circ}\text{C}}$		$\geq 0,850$		0,328		0,064
Quatrieme	$\frac{322060}{\text{à } 37^{\circ}\text{C}}$	≥ 240	$\geq 0,074$	161	0,050	161	0,050
	$\frac{50000}{\text{à } 22^{\circ}\text{C}}$		$\geq 0,480$		0,322		0,322

G.T germes totaux
 C.T coliformes totaux
E.coli Escherichia coli
 S.F Streptocoques fécaux

TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS

CHAPITRE : 10

-o-o-o-o-o-o-o-o-

INTERPRETATIONS DES RESULTATS D'ANLYSE DES EAUX

-o-

X.1. INTERPRETATIONS DES RESULTATS D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX.

Bien que les échantillons prélevés ne présentent qu'un nombre relativement réduit, les résultats obtenus nous donnent une approche aussi bien qualitative que quantitative de la pollution engendrée par les rejets liquides de la COTITEX.

Nous essayerons donc d'interpréter les résultats paramètre par paramètre.

X .I.I. EAUX FORTEMENT POLLUEES, FAIBLEMENT POLLUEES ET EAUX TRAITEES.

- a) Aspect de l'eau :

La couleur des eaux fortement polluées est très variable, et ce, en fonction de la nature des colorants utilisés dans la teinture et l'impression des tissus. Pour assurer une meilleure élimination de la couleur, ces eaux sont envoyées dans un flocculateur, où elles sont traitées par du $FeCl_3$ avant d'être introduites dans le décanteur primaire. En parallèle, les eaux résiduaires dites "faiblement polluées" alimentant la "S.T.E.P." ont une couleur jaunâtre ressemblant ainsi aux eaux usées domestiques et urbaines.

En ce qui concerne la couleur de l'effluent de la station de traitement des eaux (eaux traitées), elle est dans la plus part du temps presque transparente, sauf que quelquefois on enregistre la présence de traces de matières colorantes non éliminées. On peut dire donc que 90 à 95 % de la couleur est éliminée par la station de traitement des eaux, et les eaux traitées ne présentent aucun effet nuisible par leur couleur sur le milieu récepteur.

-b) La température :

La température des eaux fortement polluée est légèrement supérieure à la température ambiante, mais, elle reste toujours au voisinage de la limite maximale fixée par la CADAT.

Pour les eaux faiblement polluées, les températures observées sont aux alentours de 45°C et sont donc considérées comme des températures relativement élevées.

Ces eaux provenant essentiellement des bassins de cuisson et de lavage des tissus, peuvent compromettre le mode de traitement des eaux utilisé.

Une diminution appréciable de la température des eaux est constatée après leur traitement, ceci étant réalisé par les systèmes d'homogénéisation et d'aération. La température moyenne des eaux traitées est pratiquement égale à la température ambiante et elle est donc conforme aux normes Européennes.

c/le pH.

Que ce soit pour les eaux fortement polluées ou pour les eaux faiblement polluées, la valeur du pH relevée dans chacune de nos campagnes était située dans les zones basiques. Ceci est dû principalement à la forte concentration de ces eaux en alcalis.

Pour permettre une correction du pH, les eaux résiduaires passent dans un bassin de neutralisation où elles sont traitées par une solution d'acide chlorhydrique et par un courant gazeux du CO_2 .

Le pH des eaux traitées est neutre ou légèrement alcalin, il varie entre 7,8 et 8,3, les valeurs sont conformes aux normes internationales.

-d) La conductivité :

La conductivité élevée des eaux résiduaires de la COTITEX, et surtout celle des eaux dites "faiblement polluées" s'explique par les pointes de concentration en sels minéraux complètement dissociés tels que : les chlorures, sulfates, phosphates, etc.... dûe au vidange des bains épuisés de blanchiment et d'apprêtage.

Les eaux traitées présentent une conductivité très variable, elle va de 150 jusqu'à 950 $\mu\text{S}/\text{cm}$ représentant ainsi une minéralisation faible parfois moyenne.

Selon les normes françaises, une conductivité dépassent 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indique une minéralisation élevée.

-e) les M.E.S :

La détermination des matières en suspension dans les eaux fortement et faiblement polluées a indiqué des valeurs comprises entre 500 et 1400 mg/l. Des analyses effectuées sur l'eau traitée, nous ont permis de conclure que l'installation de traitement des eaux existant actuellement permet l'élimination d'environ 90% du total des M.E.S. présents dans les eaux résiduaires.

D'autres part, la valeur moyenne des M.E.S. des eaux traitées est de l'ordre de 87 mg/l. Or les normes internationales exigent que les M.E.S, de toute nature, doivent ne pas dépasser 30mg/l. Donc on voit bien que les eaux rejetées par la COTITEX dans l'Oued Sebaou sont caractérisées par une concentration en M.E.S qui ne répond pas à ces normes et peuvent ainsi exercer des effets nuisibles sur l'émissaire (voir chapitre IV)

f) La DBO_5 et la DCO

Les valeurs de la DBO_5 et de la D.C.O des eaux faiblement polluées sont supérieures à celles des eaux fortement polluées, bien que ces derniers renferment une bonne partie des colorants organiques épuisés. Mais les eaux faiblement polluées contiennent en revanche une grande quantité d'huiles et graisses, provenant de lavages des machines et de matières organiques apportées par les eaux résiduelles de la cantine et les eaux sanitaires.

Le rapport DCO / DBO_5 pris pour les eaux fortement polluées est nettement supérieur à celui pour les eaux faiblement polluées, ceci veut dire que les eaux fortement polluées contiennent plus de matières difficilement biodégradable, représentées par les métaux lourds (Chrome, Cuivre....) provenant des bains de décapage.

La DBO_5 et la D.C.O des eaux traitées répondent bien aux normes internationales qui exigent une DBO_5 et une D.C.O inférieurs respectivement à 30 et 120 mg/l.

On remarque aussi que le rapport DCO/ DBO_5 a augmenté pour les eaux traitées et s'est stabilisé aux environs de 2,3 ceci s'explique par le type de traitement biologique des eaux, par boues activées où seules les matières biodégradables sont éliminées ou consommées par les microorganismes.

g) Les Chlorures.

La présence des chlorures dans les eaux peut correspondre à une pollution par les urines, mais elle peut avoir une origine industrielle suite à l'utilisation des composés chlorés dans le traitement de finissage des tissus. On rencontre les chlorures en plus fortes concentrations dans les eaux faiblement polluées que dans les eaux fortement polluées.

Le Chlore libre présent dans les eaux résiduaires de la COTITEX, est détruit par des réactions mutuelles avec les réducteurs et les microorganismes, et il se produit une neutralisation partielle lorsqu'on introduit ensemble les eaux résiduaires dans l'installation de traitement des eaux.

Le dosage des chlorures dans les eaux, avant et après traitement nous a permis de déterminer ^{que} le pourcentage d'élimination est presque nul, et est de l'ordre de 13%. Malgré la faible élimination des chlorures par la "STEP", la teneur des eaux traitées en chlorures reste conforme aux normes internationales.

h) Azote total, phosphates et sulfates.

Durant toutes les campagnes que nous avons fait^s, nous avons dosé l'ammoniac, l'azote total, les sulfates et les phosphates dans les eaux résiduaires de la COTITEX avant et après ^{traitements}, et les résultats d'analyse obtenus montrent que l'élimination de ces paramètres par la STEP est presque totale et les faibles quantités qui en subsistent dans les eaux traitées ne posent aucun problème pour le milieu récepteur.

i) Les huiles

Les eaux résiduaires, si elles sont introduites dans un émissaire doivent, en général contenir au maximum 10mg/l d'huiles et graisses. La teneur des eaux industrielles COTITEX en huiles est très variable. Durant la journée, en effet, elle atteint des valeurs extrêmement élevées au moment du lavage des machines et de vidange des baignoires de décapage, ces valeurs peuvent arriver jusqu'à 1000 mg/l. Par ailleurs la teneur normale en graisse, ou en d'autres termes en matières extractibles par le trichloro-éthylène, se situe aux environs de 350mg/l. Le taux d'élimination est de 69%, cette élimination y est possible, particulièrement dans le bassin d'aération où les microorganismes métabolisent les graisses.

La teneur résiduelle en huiles est d'une concentration moyenne de 111mg/l. Une teneur qui ne répond nullement aux normes internationales, et pouvant ainsi causer de sérieux problèmes pour le milieu récepteur (voir ch.V.)

j) Les métaux lourds :

Dans les eaux industrielles du complexe textile, on rencontre une variété de métaux (Chrome, Cuivre, fer, Zinc....) à des concentrations très faible comme est le cas dans toute ^{eau} naturelle.

Néanmoins, les résidus liquides du département de régénération des rouleaux d'impression confèrent aux eaux dites "Fortement polluées" une teneur non négligeable en Chrome et en Cuivre et causer ainsi des difficultés pour leur élimination.

Fort heureusement, ce problème se trouve résolu à la sortie de la station de traitement où on enregistre des teneurs en métaux précités très faibles et sont conformes aux normes internationales pour les rejets d'eaux résiduaires. En réalité, les métaux ne sont pas éliminés, mais ils ne font que subir une dilution après leur mélange aux eaux faiblement polluées, qui elles sont supposées exemptes de ces métaux.

Nous avons aussi constaté que la teneur en fer des eaux traitées, est plus grande que celle des eaux non traitées, ceci est peut être dû au réactif utilisé dans la phase de coagulation floculation; $FeCl_3$.

X.1.2.EAUX RESIDUAIRES DE CHAUDIERES.

La COTITEX de D.B. rejete actuellement, et depuis sa création, ses résidus liquides de chaufferies directement dans l'Oued Sebaou sans aucun traitement préalable.

Malgré le faible débit de ces eaux, comparé à celui des eaux traitées, leur composition en éléments considérés comme polluants, est au contraire très importante et peuvent ainsi provoquer de fortes altérations dans les eaux réceptives une fois mélangées.

Quelques analyses effectuées sur les eaux résiduaires des chaudières nous ont permis en un espace de deux mois d'aboutir à des résultats plus ou moins reproductibles. Les principaux paramètres qui ont été déterminés sont : la température, le pH, la turbidité, les polyphosphate, l'hydrazine et les sulfites.

On fera l'interprétation des résultats obtenus paramètre par paramètre.

a°) La température

Les purges de chaufferies possèdent la propriété d'être très chaudes, la température moyenne prélevée est située au environ de 70°C, une valeur qui dépasse de loin les normes internationales concernant les rejets d'eaux résiduaires dans les eaux de surface.

Ces résidus liquides extrêmement chauds, une fois déchargés dans l'émissaire, provoquant une pollution thermique des eaux dont les effets sont présentés dans le CH.V.

b°) le pH

Le pH relevé dans les eaux de purges correspond bien au pH caractéristique des eaux de chaudières (10,5 -12), ces valeurs s'expliquent par la nature des produits utilisés; polyphosphates, sulfite de sodium, ..nécessaires au bon fonctionnement des chaudières et qui se retrouvent dans les purges sous forme plus concentrée. Une correction du pH s'avère nécessaire .

c°) Les polyphosphates.

Pour empêcher le phénomène d'entartrage dans les chaudières, les polyphosphates sont utilisés afin de retarder la précipitation du carbonate de chaux.

La détermination des polyphosphates, sous forme d'orthophosphates, dans les eaux résiduaires de chaudières, a donné des teneurs variant autour d'une valeur moyenne estimée à 10 mg PO_4^- /l .

Les normes Américaines et Européennes exigent une teneur en inférieure à 2 mg/l , Comparée à cette valeur, la teneur des résidus liquides de chaufferie en polyphosphate est considérée comme trop élevée, d'où la nécessité d'un traitement de déphosphatation préalable avant le rejet de ces eaux dans l'Oued.

d°) L'Hydrazine et les sulfites.

En raison de son action corrosive, un soin particulier est apporté à l'élimination de l'oxygène dissous dans l'alimentation des chaufferies à production de vapeur, pour ce faire, la COTITEX utilise deux produits essentiels : le Sulfite de sodium et l'hydrazine.

La détermination des teneurs en sulfites et en hydrazine dans les purges de chaudières a donné les résultats suivants : pour l'hydrazine, une teneur moyenne de 0,1 mg/ et pour les sulfites une teneur moyenne de 10 mg/l exprimée en sulfite de Sodum.

En comparant ces teneurs avec les limites maximales de perturbation de la vie aquatique par ces deux composés, et en se référant aux normes internationales pour les rejets d'eaux, nous dirons que ces purges n'exercent aucun effet toxique sur la vie aquatique du milieu récepteur.

X.2 INTERPRETATIONS DES RESULTATS D'ANALYSES MICROBIOLOGIQUES

Nous rappelons tout d'abord que le point de prélèvement est situé avant le rejet des eaux traitées dans un bras de l'Oued Sebaou.

Les résultats des échantillons mettent en évidence une teneur en germes non négligeable de ces eaux, elle est aux environs de 300.000/100ml et d'environ 240/100 ml pour les Coliformes et les Streptocoques fécaux ; il y a une pollution certaine en germes pathogènes.

Contrairement à ce que le laissent entendre les chiffres, les teneurs en germes ne sont pas trop élevées, elles sont conformes aux données bibliographiques (40) concernant le type de traitement suivi : coagulation-floculation et épuration biologique, les traitements biologiques y exercent une action inhibitrice réelle sur les bactéries.

Et aussi a priori, ces teneurs en germes peuvent paraître contradictoires avec les teneurs en chlorures relevées dans le dosage de ces eaux (après traitement), mais ce fait observé, peut s'expliquer par la ~~courte~~ durée de contact entre les germes et les chlorures. Ces derniers n'ont pas eu le temps nécessaire de détruire par oxydation, les diastases nécessaires au développement des germes microbiens.

En effet, aux teneurs de 100-150 mg/l en chlorures, il faut entre 1 et 12 heures pour que la décontamination soit complète, or les eaux traitées rejoignent l'Oued Sebaou en ou moins de temps, subissent une dilution d'ou baisse de teneur en chlorures, l'effet asptique des chlorures en sera diminué, par conséquent une décontamination efficace s'impose. De même, dans l'optique d'une réutilisation de ces eaux, ces teneurs demeurent assez considérables et qu'il faudra impérativement les atténuer sinon les annuler.

Nous faisons remarquer que faute de normes nationales ou internationales concernant les teneurs maximales admissibles des effluents en germes microbiens, nous ne pouvons conclure quant à la réelle conformité de ces eaux de point de vue pollution, cependant elles dépassent les teneurs maximales admises pour une réutilisation directe en agriculture et aussi comme eaux de baignade.

CHAPITRE : II

o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

ANALYSE DES BOUES

o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

METHODOLOGIE D'ANALYSE DES BOUES

1. ECHANTILLONNAGE :

Les opérations d'échantillonnage sont exécutées rapidement et^{ce} pour éviter toute modification de la qualité du produit, elles se déroulent de la façon suivante :

- L'échantillonnage s'effectue à partir de la benne du camion destinée à l'évacuation des boues à la décharge.

Un certain nombre d'échantillons sont pris en différents endroits de la masse de boue et réunis pour obtenir l'échantillon définitif.

Pour cela, nous avons suivi la méthode des quartiers - voir schéma n° qui est recommandée pour obtenir l'échantillon le plus représentatif qui soit.

Au laboratoire immédiatement avant de prendre les sous-échantillons destinés aux essais, nous homogénéisons l'échantillon pour plus de garantie.

2. CONSERVATION DES ECHANTILLONS

Nous faisons maintenir les échantillons à une température de 4° C et à l'obscurité, pour éviter l'évolution de la boue entre le prélèvement et l'analyse.

Le maintien de la température 4° C est assuré par le bac à glace pendant le transfert de l'échantillon, et au laboratoire, par un réfrigérateur.

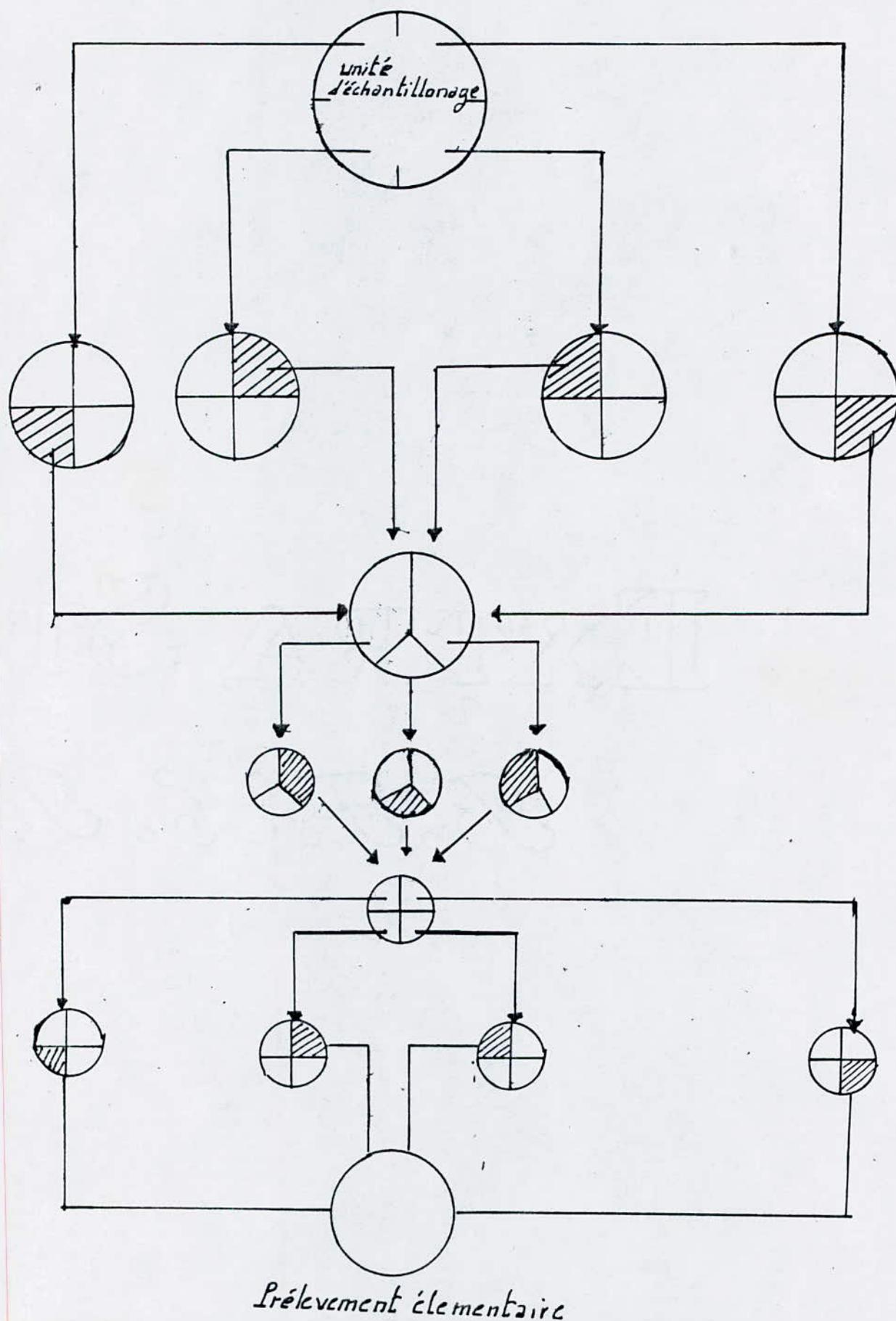
3. LES PARAMETRES :

Pour l'analyse des boues, nous avons choisi les paramètres suivants à savoir :

- la température
- le potentiel hydrogène pH
- résidu sec à 105-110° C
- taux d'humidité
- matières volatiles à 550 ° C
- résidu calciné à 550 °C.
- couleur
- titre Alcamétrique Complet T.A.C.

FIGURE N° 11.1

MODE D'OBTENTION D'UN PRELEVEMENT
ELEMENTAIRE : METHODE DES CARTIERS.



- Demande Chimique en Oxygène D.C.O
- Carbone organique total C.O.T.
- l'azote Kjeldahl
- les chlorures
- Phosphore (orthophosphates)
- les sulfates
- les métaux; fer, Plomb, Zinc, Cadmium, Chrome, Cuivre

Dans ce qui suit nous allons donner un aperçu sur les méthodes d'analyses que nous avons suivies et les intérêts divers que présentent ces paramètres.

4. LES ANALYSES :

4.1. L'ACTIVITE ELECTROCHIMIQUE :

L'activité électrochimique des boues présente un grand intérêt pour l'évaluation de leur action sur les matériaux en contact (corrosion par exemple) et pour les modifications qu'elles apportent au sol et aux plantes lors de l'épandage.

A- PH

Le pH est un paramètre important pour l'utilisation ultérieure en agriculture, il détermine partiellement la charge électrique des particules solides et par conséquent, influe sur la stabilité colloïdale.

Sur une boue non liquide, on ne peut effectuer la mesure directement, on procède alors à la lixiviation de la boue solide.

Test de lixiviation : à 100 g de boue est ajouté un litre d'eau distillé, le mélange s'effectue par agitation légère à l'aide d'un agitateur magnétique. Après filtration de la solution, nous effectuons la mesure sur le surnageant.

* Remarque : Du fait de l'hétérogénéité du matériau, le pH est mesuré sur plusieurs échantillons et nous prenons la moyenne.

B/TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET :

Nous prenons 25 ml de la solution de boue lixiviée, nous procédons à une double centrifugation 2×10 mn à 5000tr/mn, et recueillons à chaque fois le surnageant.

Le liquide récupéré dans un bécher est mis sous agitation magnétique
Le titrage se fait par H_2SO_4 (0,1N) jusqu'à pH = 4 , soit V ml

$$TAC = \frac{V \times 0,1 \times 1000}{25} \times 10 = V \times 40 \text{ en meq/kg de boue}$$

4.2. MATIERE SECHE MS ET HUMIDITE :

* La matière sèche est la masse de substance obtenue après séchage à $105^\circ C$ rapportée à la masse de la boue, ou au volume dans le cas d'une boue liquide.

* On appellera taux d'humidité d'une boue, la quantité d'eau qu'elle renferme exprimé en pourcent de son poids avant séchage à $105^\circ C$.

- On pèse un échantillon de boue dans une capsule tartrée qu'on porte à l'étuve à $105^\circ C$ jusqu'à évaporation totale.

- On renouvelle ces opérations jusqu'à l'obtention d'un poids constant

Résultats : soient

M_0 : poids de la capsule vide.

M_1 : poids de la capsule contenant l'échantillon brut.

M_2 : poids de la capsule contenant l'échantillon sec.

. le taux de matières sèches en % age.

$$M.S. = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

. le taux de l'humidité en % age.

$$H = 100 - M.S.$$

4.3. RESIDU CALCINE A $550^\circ C$ ET MATIERES VOLATILES :

Le résidu calciné rend compte de la teneur en matières volatiles gazifié à $550^\circ C$, à partir du résidu de boue séchée à $105^\circ C$.

Le résidu à $105^\circ C$ est porté pendant 2 heures à $550^\circ C$ dans un four préalablement chauffé et thermostaté.

alors le taux de matières volatiles est exprimé :

$$M.V. = \frac{\text{Poids du résidu sec} - \text{Poids du résidu calciné}}{\text{Poids du résidu sec}}$$

Les matières non volatiles, ou résidus de calcination

$$M.N.V = 100 - M.V.$$

Il est à noter que la teneur en matières volatiles ne doit pas être confondue avec la teneur en matière organique car

- Une partie des matières minérales et des sels peuvent se décomposer entre 105°C et 550°C.
- Une partie des matières organiques (notamment certains complexes organocalciques ou organo-métalliques peut ne pas se gazéifier à 550°C mais plutôt vers 650 - 700°C.

Néanmoins, pour la majorité des boues, la détermination des matières volatiles est une évaluation grossière de la matière organique.

4.4. LA TENEUR EN MATIERES ORGANIQUES

La teneur en matières organiques présente une importance certaine pour l'évaluation de l'aptitude des boues à devenir un engrais organique, un matériau énergétique (incinération ou méthanisation) ou une source de protéine pour les animaux.

A/ D.C.O.

- C'est la quantité d'oxygène (en mg/l) qui est consommée pour les matières oxydables dans les conditions de l'essai.
 - Cette analyse permet d'apprécier la qualité des matières organiques dans les boues et éventuellement de prévoir leur possible fermentation. Quant au mode opératoire, nous procédons comme suit :
 - 30 à 50 g de boue bien homogénéisée, séchée à 105° C à l'étuve pendant la nuit, sont pulvérisés au mortier et piston pour l'amener à une consistance uniforme.
 - Nous pesons 20 mg du matériau pulvérisé sur papier
 - Nous transférons dans un flacon à D.C.O, nettoyons le papier avec de l'eau distillée et répétons l'opération jusqu'à obtenir 20 ml d'eau distillée dans le flacon.
 - Pour l'analyse, elle se fait de la même manière que celle relative à la D.C.O d'une eau, voir Annexe.
- La D.C.O est exprimée en mg par g de matériau.

B/ CARBONE ORGANIQUE TOTAL.

Pour le dosage du carbone organique, nous avons opté pour la méthode "Anne", c'est la plus accessible dans notre laboratoire.

- Le principe est simple, la matière organique est oxydée par le bichromate de Potassium en milieu acide, l'oxydation se fait à chaud (chauffage à reflux), les échantillons sont maintenus pendant 5 mn à ébullition pour que l'oxydation soit complète.

Les réactifs utilisés sont :

- La solution oxydante $K_2Cr_2O_7$ à 8 %
- L'acide sulfurique H_2SO_4 , sel de Mohr

La prise d'essai ne doit pas contenir plus de 30 mg de carbone.

Nous mettons l'échantillon dans un ballon de 200 ml, ajoutons 10 ml de solution aqueuse de bichromate de Potassium et 15 ml d'acide sulfurique. Après ébullition pendant 5 mn, on refroidit et on transvase dans une fiole de 100 ml avec les eaux de rinçage du ballon.

Nous faisons prélever 20 ml dans un bêcher et nous titrons par le sel de Mohr

- voir D.C.O

Essai témoin, nous faisons le même essai à l'aide de 10 ml de bichromate mais sans échantillon.

4.5. L'AZOTE

L'azote se présente sous de nombreuses formes dans les boues (acides aminés, nitrate, nitrite, ammonium). La détermination de la teneur en azote et des types de substances qui le contiennent permet d'estimer la valeur agricole d'une boue et d'évaluer les risques de pollution inhérentes à l'épandage des boues.

L'azote minéral des boues, intéressant pour l'utilisation agricole car il est immédiatement disponible pour les plantes, ne représente que 5 à 10 % de l'azote total.

- Préparation de l'échantillon pour analyse :

on le fait subir un test de lixiviation ; à 100 g de boue est ajouté 1000 ml d'eau distillée, le tout est mis sous agitation pendant 1 heure. Il suit une décantation et on recueille le filtrat.

DOSAGE DE L'AZOTE DE KJELDAHL

Il ne permet pas de doser l'azote total mais seulement les composés non-oxydés de l'azote, surtout l'ammoniaque et l'azote.

pour le dosage, il est identique au dosage de l'azote de Kjeldahl dans les eaux (voir annexes)

4.6. PROCEDE DE MISE EN SOLUTION :

Pour le dosage du phosphore, des sulfates et des métaux lourds, une minéralisation s'impose.

Parmi les divers procédés de minéralisation qui existent dans la bibliographie, nous avons choisi la méthode la plus adaptée à nos moyens celle dite "Attaque par HCL - HNO sur boue calcinée avec $\text{NH}_4 \text{NO}_3$.

- 2 g de boue sont placés dans une capsule en silice, après rajout de 4ml de nitrate d'ammonium à 10 % et homogénéisation, nous les faisons sécher à 110 °C.

Ensuite, la capsule est placée dans un four froid, la température est élevée progressivement pour atteindre 450° C, en une heure environ.

- Nous reprenons le résidu de calcination par quelques ml d'eau et le transférons dans un bécher, et procédons au rinçage de la capsule avec 2 fois 5ml de HCL chaud, puis 2 fois 5ml d'eau bouillante et nous transférons dans le bécher.

- Après rajout de 5 ml de HNO₃ , le bécher est couvert avec un verre de montre et est porté à douce ébullition pendant 10 mn, puis nous évaporons à sec.

- Nous reprenons le résidu par 20 ml de HCL (2n) ; et chauffons jusqu'à ébullition, après filtration, nous recueillons le filtrat dans un ballon jaugé de 200 ml labons le bécher et le filtre avec 10 ml de HCL (2N) et 3 fois avec de l'eau bouillante.

- Nous laissons refroidir ; on amène au trait de jauge avec de l'eau distillée.

4.7. DOSAGE DU PHOSPHORE :

Il se trouve sous forme soluble dans les particules inorganiques ou dans les microorganismes.

L'analyse nécessite une minéralisation le phosphore est de cette façon sous forme d'orthophosphate.

Le dosage même s'effectue au spectrophotometre sur les orthophosphates obtenus, pour le mode opératoire, voir l'annexe relatif au dosage des orthophosphates dans les eaux.

4.8. DOSAGE DES SULFATES :

Les sulfates sont dosés après minéralisation de la même manière que lors du dosage des sulfates dans les eaux.

4.9. DOSAGE DES TRACES METALLIQUES.

La détermination de Fe, Mn, Cu, Zn, Cr, Pb, Cd est effectuée par spectroscopie d'absorption atomique après minéralisation de la matière organique .

X.5 RESULTATS

Tous les résultats des analyses effectuées sur les boues résiduaires de la station d'épuration sont regroupés dans le tableau N°=

Tableau N°= II.I

Résultats d'analyse des boues des deux compagnes.

Parametre	1 ^e compagne	2 ^e
Date du prelevement	24/04/88	02/05/88
Heure	11h 15 mn	11h 00mn
Température ambiante	23°c	21°c
Température de la boue	22°c	22°c
pH	8,5	8,1
Couleur	Grise	Grise
Odeur	Non-nauséabande	Non-nauséabande
Humidité (%)	51,5	50,9
Matières seches à 105°c (%)	48,5	49,1
M.V.S (%)	4,74	4,52
T _{AC} (me/l)	320	290
Carbone organique(%)	2,34	1,8
D.C.O(g /Kg MS)	160	248
Azote(g de N/Kg DE MS)	23,2	19,8
C/N	1,0	0,9
Chlorures(mg Cl ⁻ /Kg MS)	210	275
Sulfates(mg/ Kg de MS)	715	456
Phosphates (mg PO ₄ ⁻ /Kg MS)	4000	4850
Fer(mg/kg MS)	5170	7160
Pb(mg/Kg MS)	Nd	50
Chrome(mg/Kg MS)	80	120
Cuivre(mg/Kg MS)	160	180
Zinc(mg/kg MS)	215	195

X.6 INTERPRETATIONS DES RESULTATS D'ANALYSE DES BOUES

Loin de nous, la pretention d'apporter des données exhaustives sur la pollution engendrée par les boues de la station d'épuration, néanmoins nous nous sommes attachés à travers les deux campagnes d'analyse effectuées de donner un aperçu aussi bien qualitatif ^{que quantitatif} de cette pollution.

a) Aspect des boues :

Les boues à la sortie du filtre presse se presentent sous forme de gâteaux peltables, elles ont une couleur grise et une odeur assez supportable; il n'y a pas de dégagement d'odeurs nauséabondes.

La temperature des boues est voisine de la temperature ambiante.

b) pH et T_{AC} :

Les valeurs du potentiel hydrogène mesurés sont légèrement basiques ceci est dû à la forte concentration en alcalis. Les T_{AC} relevés le confirme.

Cette concentration en alcalis est dûe essentiellement aux boues provenant de la station de décarbonation.

c) Humidité et matière sèche :

les taux d'humidité relevés montrent que le procédé de déshydratation suivi; la déshydratation mecanique par filtre presse, donne d'assez bon résultats contrairement à ce qui a été avancé par les responsables du complexe, les taux d'humidité sont assez conforme aux valeurs données par Eckenfelder (16) qui est de 70 à 45 %

d) La matière organique et la matière volatile.

Les teneurs en matières organiques des boues résiduares trouvées se caractérisent par leur très faibles valeurs, de l'ordre 2 à 3 % de la masse de la boue, alors qu'en générale, elle est de 40 - 80% ^{dans} les boues résiduares urbaines. Il en est de même pour les matières volatiles. Ces faibles valeurs s'expliquent par le caractère quasi-industriel des effluents et ceci confère aux boues un caractère mineral et exclu ainsi la possibilité d'apandage agricole.

De même la filière incinération est à éviter, car on se retrouverait avec sensiblement le même volume des boues après qu'avant incinération, le problème de devenir des boues se poserait toujours de surcoût les possibilités de récupération de chaleur sont très minces.

e) La D.C.O.

La demande chimique en oxygène est faible, ce qui *entérine* le caractère industriel des boues et leur pauvreté en matières oxydables.

f) l'azote :

Les analyses des eaux effectuées avant et après traitement ont montré que l'azote est presque entièrement éliminé, et se retrouve de ce fait dans la boue.

Les teneurs observées sont de même ordre de grandeur que celles relatives aux boues urbaines (), cela s'explique par la nature du traitement utilisé, boues activées, qui consomme une grande quantité d'urée synthétique.

Les valeurs du rapport carbone/Azote (C/N), sont de l'ordre de 1, ordre de grandeur très faible comparé au 15 à 40 % des boues urbaines, ce qui corrobore le fait de la non valorisabilité de ces boues en agriculture.

g) Les phosphates

Les quantités d'orthophosphates observées montrent que ces boues sont peu riches en phosphore d'où leur utilisation comme amendement au sol, est à écarter.

h) Les chlorures :

Le dosage de l'eau avant et après traitement a montré que l'efficacité d'élimination des chlorures est faible, par conséquent des teneurs très faibles sont attendues dans le dosage des boues.

Or des concentrations non négligeables en chlorure sont constatées dans le dosage des boues, elles sont inhérentes à l'utilisation du chlorure ferrique dans la phase de coagulation.

i) Les sulfates :

La présence des sulfates dans les boues, résulte de l'utilisation des sels de sulfates dans les ateliers d'app.

Malgré leur élimination totale dans les boues, les teneurs en sulfates demeurent faibles.

j) Les métaux lourds :

Comme le laissait suggérer l'analyse des eaux effectuées en amont et en aval de la "STEP" , la teneur des boues en métaux lourds est très faible à l'exception près pour le fer, mais ce dernier est considéré comme un élément utile pour la terre.

Dans la mise en décharge de ces boues résiduelles ne porte pas de risque de pollution des eaux phréatiques et du sol, ou l'apport minime en métaux lourds aux sols des décharges.

CHAPITRE : 12

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

CONCLUSION GENERALE & RECOMMANDATIONS

-o- CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS -o-
-o-

Le travail qui nous a été proposé consiste à suivre la composition des rejets (liquides et solides) du complexe COTITEX de Draa Ben - Khedda et voir s'ils exercent des effets nuisibles sur le milieu recep- teur.

Une durée de 3 mois a été suffisante pour pouvoir estimer le degré de pollution des eaux rejetées par le complexe textile dans l'Oued Sebaou (eaux traitées et eaux résiduaires de chaudières). Les résultats d'analyses physico-chimiques et microbiologiques sont, en grande partie, conformes aux normes internationales des rejets d'eaux résiduaires dans les eaux de surface.

Nous pouvons affirmer que la station d'épuration marche convenablement et que le procédé d'épuration à bues activées, utilisé fut un bon choix, des taux d'épuration assez appréciables sont atteints.

Néanmoins quelques substances comme les M.E.S, huiles et polyphosphates (particulièrement dans les eaux de chaudières), sont rencontrées parfois à des concentrations dépassant les limites maximales admissibles, une eau à de telles teneurs, peut poursuivre son épuration par voies naturelles, elle apporte cependant dans le milieu récepteur un trouble temporaire qui se traduit par une consommation d'oxygène sur un certain trajet appelé zone de proximité de l'aval, où l'abreuvement des animaux n'est pas recommandé, les poissons restent soumis à des contaminations microbiennes.

Les loisirs ne peuvent être pratiqués qu'à partir d'une distance de 8 km (distance moyenne franchie en un jour d'écoulement à l'étiage par une rivière).

Les déchets solides de la COTITEX sont représentées essentiellement par les boues, Les analyses effectuées sur ces boues montrent qu'elles un caractère minéral dominant avec une faible quantité de matières organiques et ne peuvent donc se fermenter, de ce fait leur utilisation en agriculture est à écarter .

De même l'incinération est à exclure, les boues présentent un pouvoir calorifique très faible, les scories et les cendres résultantes seraient très considérables.

- De même taille que les boues et le problème de leur devenir se poserait. D'autant plus que les possibilités de récupération de chaleur sont minces sinon nulles.

La problématique de l'épuisement des ressources hydrauliques et la conjoncture économique que traverse actuellement notre pays et toutes les contraintes inhérentes ; problèmes d'approvisionnement en matières premières, entre autre, incite à la lutte contre toute forme de gaspillage. Cela incite aussi à penser sur l'éventualité d'un recyclage des eaux traitées par la "STEP" ainsi qu'à la valorisation de différents produits qui s'y trouvent.

* Un recyclage et une réutilisation des eaux résiduaires ne sont possibles si tant et qu'ils le soient que dans des conditions tout à fait déterminées, car il va sans dire que dans l'industrie textile on importe des conditions particulièrement dures quant à la qualité de l'eau. Il ne manque cependant pas d'exemples pratiques où ces opérations aient été tentées avec succès.

Au vu d'analyses que nous avons effectuées sur les eaux traitées, nous pensons qu'un recyclage de ces eaux est possible moyennant des installations de traitements d'affinage dites "tertiaires" tel qu'une filtration sur charbon actif....

Actuellement, une étude est en train de se faire à l'E.N.P d'Alger, sur la possibilité de recyclages des eaux résiduaires de la COTITEX.

* La lessive de calandrage du drap, obtenue dans la première opération du travail, et qui contient du savon et du carbonate de soude, peut être recueillie dans un bac, après rajout de l'acide sulfurique, les acides gras sont séparés. L'huile exprimée du précipité par passage est utilisée en filature. Les gâteaux de pressage obtenus par ce procédé, ont une teneur très élevée en azote et peuvent par suite être utilisés comme engrais.

*Les alcalis dans les lessives de mercerissage peuvent être récupérés par évaporation ou par dialyse.

* L'emploi répété des lessives de cuisson permet une diminution de la concentration des eaux résiduaires en réactifs chimiques dans des proportions considérables.

* La récupération des colorants n'est généralement pas rentable, mais cependant, diverses teintureriers ont pratiqué avec succès la réutilisation de bains de teinture épuisés, après addition de colorant frais, le cas de la récupération de bains de teinture contenant l'indigo est intéressante (C).

Pour remédier aux quelques problèmes causés par les rejets industriels de la COTITEX dans le milieu naturel environnant et diminuer ainsi les risques de contamination, nous avons trouvé nécessaire de donner et de proposer quelques recommandations en plus de celles déjà énoncées ci-dessus.

* Engager une action de sensibilisation du personnel sur le problème de pollution.

* Surveiller et contrôler les rejets par des séries d'analyses régulières.

* Par suite de leur composition biologiquement défavorable, les eaux résiduaires d'atelier du blanchiment n'ont qu'une valeur d'engrais réduite, cependant après équilibrage de composition il est possible d'utiliser ces eaux en agriculture sans les faire passer par la STEP.

* Une possibilité de réaliser la précipitation des produits chimiques, tout en évitant le problème des boues consiste à traiter les eaux résiduaires par des gaz de carnaux, avec ensuite neutralisation par un lait de chaux. Le carbonate de calcium qui se forme ainsi, exerce sur les colloïdes des eaux résiduaires un effet de précipitation et produit une boue qui contrairement à celle d'hydroxyde ferrique ou d'alumine est facile à sécher. Par incinération du résidu sec, on peut obtenir une chaux grillée pouvant être utilisée pour la confection du nouveau lait de chaux.

Dans ce procédé, il ny a pas de pollution de boues, néanmoins il y a lieu d'effectuer une évolution technico-économique et une étude de faisabilité.

* Il faut installer des huileurs avant l'entrée de la station d'épuration ou dans le cas d'éventualité d'un recyclage des eaux, le des-huileur peut être installé à la sortie de la station.

* Une désinfection de l'eau traitée, contrôlée par une serie d'analyses microbiologiques, à l'aide d'hypochlorite de sodium doit se faire et ce de manière continue.

* Les boues issues de la " STEP " peuvent servir comme remblai des fosses.

* Possibilité de séparer les boues issues de la station de décarbonation, ces boues sont riches en chaux, elles peuvent (après séchage ou déshydratation complète être mélangées au ciment comme materiau de substitution du sable fin ou de la chaux.

A N N E X E S

-o- METHODES DE DOSAGE -o-
-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

1°) DETERMINATION DES MATIERES EN SUSPENSION (M.E.S)

Les M.E.S comportent des matières organiques et des matières minérales qui ne sont ni solubilisées ni à l'état colloïdal.

La détermination des M.E.S se fait par filtration. L'eau est filtrée et le poids des matières retenues par le filtre est déterminé par pesée différentielle. Les matières grossières en suspension doivent préalablement être éliminées par passages sur un tamis. (39)

2°) DETERMINATION DE LA TURBIDITE

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc.. L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité.

La détermination de la turbidité se fait par néphélométrie, pour cela, on utilise un turbidimètre étalonné qui permet de lire directement la valeur de la turbidité de l'eau à analyser. La turbidité est exprimée en unités turbidimétriques (unité formazines). (39)

3°) DETERMINATION DE LA DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE (D.B.O₅)

La demande biochimique en oxygène est définie comme la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai, c'est-à-dire après incubation durant 5 jours à 20°C dans l'obscurité, par certaines matières présentes dans l'eau principalement pour assurer leur dégradation par voie biologique. (II)

- PRINCIPE : Les échantillons à analyser sont mis dans des bouteilles, et soumis à une agitation à l'aide d'agitateurs magnétiques. On introduit deux gouttes de KOH dans le bouchon, en caoutchouc, de chaque bouteille, ce dernier va absorber le CO₂ dégagé par les microorganismes. La consommation d'oxygène par les microorganismes se traduit par une hauteur de mercure au niveau du manomètre incorporé à la bouteille contenant l'échantillon d'eau à analyser.

La DBO₅ est donnée par la relation :

$$\text{D.B.O} = \text{Hauteur de mercure} \cdot \text{Facteur de correction}$$

Les facteurs de correction sont donnés par le tableau suivant :

Volume d'échantillon d'eau à analyser	Facteur de correction
4,20	0,1
360	0,2
244	0,5
157	1,0
94	2,0
56	4,0

4°) DETERMINATION DE LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE (D.C.O)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydables dans les conditions opératoires définies.

METHODE PAR DICHROMATE DE POTASSIUM -o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-

- PRINCIPE : Dans les conditions définies certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium.

- REACTIFS :

- Eau distillée.
- Sulfate de mercure cristallisé.
- Solution de sulfate d'argent (dissoudre 6,6 g de $Ag_2 SO_4$ dans 1000 ml d' $H_2 SO_4$ concentré).
- Solution de dichromate de potassium (0,025 N).
- Solution de sulfate de fer et d'ammonium (0,025 N).
- Solution de ferroïne (dissoudre 1,485 g de phénanthroline et 0,695g de sulfate de fer dans 100 ml d'eau distillée).

- MODE OPERATOIRE : Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un ballon de 500 ml, ou éventuellement une même quantité d'eau de dilution. Ajouter 1g de sulfate de mercure et 5 ml de solution sulfurique de sulfate d'argent. Chauffer, si nécessaire, jusqu'à parfaite dissolution. Ajouter 25 ml de solution de dichromate de potassium 0.025 N puis 70 ml de solution sulfurique de sulfate d'argent. Porter à ébullition pendant 2 heures sous réfrigérant à reflux adapté au ballon. Laisser refroidir. Diluer à 350 ml avec de l'eau distillée. Ajouter quelques gouttes de solution de ferroïne. Déterminer la quantité nécessaire de solution de sulfate de fer et d'ammonium pour obtenir le virage au rouge violacé. Procéder aux mêmes opérations sur 50 ml d'eau distillée. La demande chimique en oxygène exprimée en $mg d'O_2 / l$ est donner par la formule :

$$D.C.O = \frac{(V_0 - V) \cdot 8000}{V} \cdot T$$

- V_0 : Volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire à l'essai à blanc (ml).
- V : Volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire au dosage (ml).
- V : Volume de la prise d'essai (ml).
- T : Titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium.

- REMARQUE : La méthode décrite ci-dessus est très satisfaisante pour des D.C.O supérieures à 50 mg/l et des teneurs en chlorures (exprimées en Cl inférieures à 1,5 mg/l.(39)

5°) DOSAGE DE L'AZOTE AMMONIACAL

En milieu alcalin, l'ammoniac est déplacé puis entraîné par la vapeur d'eau. Le dosage se fait ensuite sur le distillat par colorimétrie.

MEYHODE COLORIMETRIQUE DE NESSLER

-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

- PRINCIPE : L'ammoniaque réagit avec le réactif de NESSLER en milieu alcalin pour donner un produit jaune-brun soluble en faible concentration et qui se prête au dosage photométrique à une longueur d'onde de 425 mn.

- REACTIFS :

- Eau distillée exempte d'ion ammonium.
- Réactif de NESSLER : dissoudre 3,55g de bichlorure de mercure dans 100 ml d'eau distillée, ajouter 63g d'iodure de potassium. Agiter jusqu'à dissolution complète et compléter à un litre. Ajouter 300 ml d'une solution de lessive de soude pure ($d = 1,336$).
- Solution mère étalon d'azote (1g/l) : Dissoudre 3,82g d' NH Cl dans un litre d'eau.
- Solution fille d'azote (0,01g N/l).

- ETABLISSEMENT DE LA COURBE D'ETALONAGE : Dans une série de fioles jaugées de 50 ml numérotées, introduire successivement en agitant après chaque addition:

Numéro de la fiole	Témoin	I	II	III	IV	V	VI
Solution étalon d'azote (ml)	0	0,2	0,5	1	2	4	6
Eau distillée(ml)	50	49,8	49,5	49	48	46	44
Correspondance en mg d'azote	0	0,002	0,005	0,01	0,02	0,04	0,06
Réactif de NESSLER	2	2	2	2	2	2	2

Laisser au repos pendant 10 mn. Effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 425 nm. Construire la courbe d'étalonnage.

- MODE OPERATOIRE : Ajuster le volume du distillat à 250 ml et introduire 50 ml dans une fiole jaugée. Ajouter 2 ml de réactif de NESSLER et mélanger. Préparer un témoin à partir d'eau distillée. Laisser au repos pendant 10 mn. Effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 425 nm en tenant compte de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.(I4)

6°) DOSAGE DE L'AZOTE TOTAL (KJELDAHL)

Le dosage de l'azote total dit "KJELDAHL " permet la détermination de l'azote à l'exception de celui des nitrates et des nitrites.

- PRINCIPE : Après minéralisation de l'azote organique, l'ammoniac déplacé par une solution de soude est entraîné par un courant de vapeur d'eau puis dosé par la méthode colorimétrique de NESSLER.

- APPAREILLAGE :

- Appareil de KJELDAHL.
- Appareil à distiller.
- Agitateur magnétique.

- REACTIFS :

- Acides sulfurique concentré.
- Catalyseur de minéralisation : Dioxyde de sélénium.
- Sulfate de potassium.

- MODE OPERATOIRE : Introduire dans le ballon de KHELDAHL 50 ml d'eau à analyser, ajouter 0,5g de dioxyde de sélénium, 2 ml d' H_2SO_4 concentré et 0,5g de sulfate de potassium.

Introduire ensuite dans l'absorbeur 20 ml de NaOH 6 % qui neutralisera les vapeurs d' H_2SO_4 . Après 2 à 3 heures de chauffage, refroidir le ballon et neutraliser le produit de minéralisation à l'aide d'une solution de NaOH 20% en présence du bleu de bromothymol. Effectuer ensuite le dosage par la méthode colorimétrique de NESSLER. (I4)

7°) DOSAGE DES CHLORURES

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition d'une teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

- REACTIFS :

- Acide nitrique pur.
- Carbonate de calcium pur cristallisé.
- Solution de chromate de potassium (10 %)
- Solution de nitrate d'argent (0,1 N).

- MODE OPERATOIRE : Introduire 100 ml d'eau à analyser, préalablement filtrée, dans un erlenmeyer de 250 ml. Ajouter 2-3 gouttes d'acide nitrique pur et une pincée de carbonate de calcium, le pH de l'eau ainsi obtenue doit être aux environs de 7. Ajouter 3 gouttes de chromate de potassium. Titrer à l'aide d'une solution de nitrate d'argent N/10 jusqu'à apparition d'une teinte rougeâtre, qui persistera quelques minutes. Soit V le volume nécessaire pour le titrage.

La teneur en chlorures exprimée en mg Cl /l est donnée par la relation:

$$Cl = V \cdot 0,3,55$$

- REMARQUE : Avant de procéder au titrage, il faut détruire les matières organiques par addition de quelques gouttes de solution de permanganate de potassium N/10 jusqu'à coloration persistante, puis décolorer par une goutte de solution d'eau oxygénée à 3%. (42)

8°) DETERMINATION DE L'ALCALINITE

DEFINITION :

- Le titre alcalimétrique ou T_A mesure la teneur de l'eau en alcalis libres et en carbonates alcalins caustiques.

- Le titre alcalimétrique complet ou T_{AC} correspond à la teneur de l'eau en alcalis libres, carbonates et bicarbonates.

La détermination de l'alcalinité se fait par volumétrie.

- PRINCIPE : La détermination du T_A et du T_{AC} est basée sur la neutralisation d'un certain volume d'eau par un acide minéral dilué en présence d'un indicateur coloré.

REACTIFS :

- Acide sulfurique N/50

- Indicateurs colorés :

Phénolphtaléine à 0.5 %

Méthylorange à 0.5 %

- Eau distillée exempte d'anhydride carbonique libre.

- MODE OPERATOIRE : Prélever 100 ml d'eau à analyser dans une capsule de porcelaine blanche. Ajouter 1 à 2 gouttes de solution alcoolique de phénolphtaléine. Une coloration rose doit se développer. Dans le cas contraire le T_A est nul. Verser ensuite doucement l'acide dans la capsule à l'aide d'une burette, en agitant constamment, et ceci jusqu'à décoloration complète de la solution. Soit V le nombre de millilitres d'acide utilisés pour obtenir le virage. Ajouter à l'échantillon obtenu 2 gouttes de solution de méthyl-orange et titrer de nouveau avec le même acide jusqu'au virage du jaune au jaune orangé. Soit V' le nombre de millilitres d'acide N/50 versés depuis le début du dosage.

Le T_A et le T_{AC} sont donnés par :

$$T = V, \quad T = V' - 0,5$$

Le T_A et T_{AC} sont exprimés en degré français (F).

Le 0,5 retranché de V' correspond à la quantité d'acide nécessaire pour le virage de l'indicateur, qui est un peu plus faible que le pH de neutralisation exacte du bicarbonate. (39)

9°) DETERMINATION DES SULFATES PAR NEPHELOMETRIE.

- PRINCIPE : Le dosage des sulfates est basé sur la réaction, en milieu acide, entre l'ion sulfate et le chlorure de baryum, qui conduit à la formation de sulfate de baryum, sel très peu soluble. Ce dernier est maintenu en suspension grâce à une solution stabilisante. La teneur des sulfates est alors reliée à la turbidité de la solution.

- REACTIFS :

- Solution stabilisante acide : dissoudre 75g de NaCl dans une solution de 30 ml d'HCl concentré dilués dans 300 ml d'eau distillée. Ajouter 100 ml d'alcool éthylique à 95% puis 50 ml de glycérine.
- Chlorure de baryum pur.
- Solution étalon de sulfate : dissoudre 1,479 g de $Na_2 SO_4$ dans un litre d'eau distillée.

- ETABLISSEMENT DE LA COURBE D'ETALONNAGE : Par dilution de la solution mère préparer 6 étalons contenant de 0 à 40 mg/l de sulfates dans des flacons jaugés de 500 ml. A 100 ml de chaque étalon, placé dans un erlenmeyer de 250 ml, ajouter 5 ml de solution stabilisante et 0,4g de chlorure de baryum.

Attendre 3 à 4 mn pour que la turbidité se développe. Effectuer la lecture au spectromètre à la longueur d'onde de 420 nm.

Se reporter à la courbe d'étalonnage. (42)

10°) DOSAGE DES SULFITES

- PRINCIPE : Les sulfites sont oxydés en milieu acide et en présence d'iode. L'excès d'iode est titré par le thiosulfate de sodium.

- REACTIFS :

- Empois d'amidon
- Acide sulfurique dilué au 1/2.
- Solution d'iode 0,025 N.
- Solution de thiosulfate de sodium 0,025 N.

- MODE OPERATOIRE :

Prélever un volume V d'eau à analyser au moyen d'un récipient équipé d'un bouchon à deux trous munis de deux tubes de verre montés de telle sorte que l'air ne puisse pénétrer. Verser 5 ml, mesurés exactement, de solution d'iode 0,025 N dans un erlenmeyer et ajouter 5 ml d'acide sulfurique. Introduire lentement l'eau à analyser tout en agitant. Verser la quantité nécessaire de thiosulfate de sodium pour obtenir une coloration jaune clair. Ajouter 2 ml d'empois d'amidon, puis la quantité nécessaire de solution de thiosulfate pour la disparition de la couleur bleue. Soit N1 le nombre de millilitre utilisés. Recommencer l'opération en remplaçant l'échantillon par de l'eau distillée. Soit N2 le nombre de millilitres utilisés pour ce second titrage. La teneur en sulfites exprimée en mg de sulfite de sodium par litre d'eau est égale à :

$$\frac{(N2 - N1) \cdot N \cdot 63,00}{V}$$

- N = Titre de la solution de thiosulfate de sodium.
- V = Volume de l'échantillon • (39)

11°) DOSAGE COLORIMETRIQUE DES ORTHOPHOSPHATES

- PRINCIPE : L'orthophosphate donne avec le molybdate en milieu acide, un acide molybdophosphorique qui, réduit par le chlorure stanneux, donne une coloration bleue avec un large maximum d'absorption entre 500 et 700 m.

- REACTIFS :

- Molybdate d'ammonium : 25g de $(\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7 \text{O}_{24}$ dans 75 ml d'eau. 280 ml d' $\text{H}_2 \text{SO}_4$ concentré dans 400 ml d'eau. Refroidir, mélanger et porter à un litre.
- Chlorure stanneux : 2,5 de $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2 \text{O}$ cristallisé dans 100 ml de glycerine.
- Solution mère étalon de phosphore ($5\text{mg PO}_4^{--}/\text{l}$).

- ETABLISSEMENT DE LA COURBE D'ETALONNAGE : Par dilution de la solution mère de phosphore, préparer 6 étalons contenant de 0 à 2,5 $\text{mg PO}_4^{--}/\text{l}$. A chaque 100 ml de ces 6 étalons, ajouter 4 ml de solution acide de molybdate d'ammonium et 7 à 8 gouttes de solution de chlorure stanneux. Après 10 à 12 mn, mesurer l'absorbance à 660 nm. Corriger de la valeur du blanc. Construire la courbe d'étalonnage.

- MODE OPERATOIRE : A l'aide d'un PH-mètre et une solution de NaOH, ajuster le pH de 100 ml d'eau à analyser à une valeur voisine de 7. Ajouter 4 ml de solution acide de molybdate d'ammonium et 8 gouttes de SnCl_2 . Laisser la coloration se développer pendant 10 mn. Effectuer la lecture au spectromètre à la longueur d'onde 660nm. Se reporter à la courbe d'étalonnage. (14)

12°) DOSAGE DES POLYPHOSPHATES

- PRINCIPE : Les polyphosphates tels que le pyro, méta ou triphosphate sont transformés par hydrolyse, en milieu acide, en orthophosphates et dosés sous cette forme.

- MODE OPERATOIRE : Prélever 100 ml d'eau à analyser dans un ballon de 500 ml, ajouter 5 ml d' $\text{H}_2 \text{SO}_4$ (5N) et procéder à l'hydrolyse pendant 90 mn à chaud et sous réfrigérant à reflux. Après refroidissement ajouter une goutte de phénolphtaléine et neutraliser par une solution de NaOH N /10.

Ramener le volume à 100 ml par de l'eau distillée. Effectuer le dosage colorimétrique par la méthode décrite précédemment.

- EXPRESSION DES RESULTATS : Déterminer la quantité de phosphore sur un échantillon non traité, de l'eau à analyser. Puis retrancher cette quantité de la somme des phosphates-polyphosphates trouvés après hydrolyse. (39)

13°) DOSAGE DE L'HYDRAZINE

- PRINCIPE : En milieu acide la paradiméthylaminobenzaldéhyde (p-DAB) donne une coloration jaune orangé susceptible d'un dosage sclorimétrique.

- REACTIFS :

- Acide chlorhydrique (d = 1,1₉)
- Solution alcoolique de P - DAB :
 P - DAB 100g
 Alcool éthylique pur1000 ml
 conserver en flacon teinté.
- Solution mère étalon d'hydrazine à 1g/l /
 sulfate d'hydrazine 4,0625 g
 eau distillée 1000 ml
 Solution fille étalon d'hydrazine à 0,01 g/l
 Solution mère 10 ml
 eau distillée 1000ml

- ETABLISSEMENT DE LA COURBE D'ETALONNAGE : Dans une serie de fioles jaugées, introduire successivement :

NUMERO DES FIOLES	T	I	II	III	IV	V
Solution fille étalon d'hydrazine (ml).....	0	2	4	6	8	0
Eau distillée (ml)...	100	98	96	94	92	90
Acide chlorhydrique concentré (ml).....	2	2	2	2	2	2
Solution de p-DAB(ml).	2	2	2	2	2	2
Correspondance en mg d'hydrazine par litre.	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1

Mélanger et, après 10 mn, effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 450 nm en tenant compte de la valeur du témoin. Tracer la courbe d'étalonnage.

- MODE OPERATOIRE : Additionner 100 ml d'eau à analyser de 2 ml d'HCl concentré. Mélanger, introduire 2 ml de solution saturée de p-DAB. Agiter, après 10 mn, effectuer la lecture au spectromètre à la longueur d'onde de 450 nm. Se reporter à la courbe d'étalonnage. (39)

14°) DOSAGE DES GRAISSES PAR GRAVIMETRIE

- PRINCIPE: Les graisses sont extraites de l'échantillon, acidifié à pH5, par du trichloréthylène et dosés gravimétriquement après évaporation du solvant.

- MODE OPERATOIRE : Dans une ampoule à décanter de 2 litres prélever 1 litre d'eau à analyser et acidifier par de l'acide chlorhydrique jusqu'à pH5, pour hydrolyser les savons et casser les émulsions éventuelles.

Ajouter 100 ml de trichloréthylène dont 25 ml serviront au rincage du flacon ayant contenu l'échantillon. Agiter 2 mn et laisser décanter. Récupérer la phase organique dans un petit flacon prépesé. Répéter l'extraction deux autres fois sur la phase aqueuse en utilisant que 50 ml du trichloréthylène. Réunir les 3 phases organiques. Distiller le solvant (la température du bain ne doit pas dépasser 70°C). On termine l'évaporation sous vide et on pèse à poids constant.

La différence entre le poids du flacon après distillation et le poids de sa tare donne directement la teneur en matières grasses exprimés en milligrammes par litre d'eau. Tenir compte éventuellement du résidu sec du solvant. (39)

15°) DOSAGE DES METAUX PAR SPECTROMETRIE D'ABSORPTION ATOMIQUE.

- PRINCIPE : Lorsque les atomes d'un élément ont été excités, leur retour à l'état fondamental s'accompagne de l'émission de photos de fréquence bien définie et propre à cet élément.

L'Utilisation de ce phénomène constitue le principe de base de la spectrométrie d'émission. Le même élément dispersé à l'état atomique dans une flamme (mélange gazeux : Acétylène-oxyde nitreux), possède également la propriété d'absorber tout rayonnement incident de même fréquence. L'intensité du rayonnement incident diminue d'autant plus que la concentration de cet élément est plus grande (Loi de Beer-Lambert).

Le tableau suivant donne les longueurs d'ondes d'absorption ainsi que les domaines de détection de quelques métaux lourds. (II)

Elément	Longueur d'onde (nm)	Domaine de dosage (mg/l)
Cr	357,9	0,1 - 10
Cu	324,7	0,05- 6
Fe	248,3	0,1 - 10
Pb	217	0,2 - 10
Zn	213,9	0,05- 9

Tableau "II.1"

Concentration limite du rejet des eaux .Source CADAT (II)

Facteur	Valeur limite maximale
pH	6,5 à 8,5
Température	30°c
M.E.S	30 mg/l
D.B.O ₅	30 mg/l
D.C.O	90 mg/l
Huiles + Graisses	20 mg/l
Fer	1 mg/l
Zinc	5 mg/l

Tableau "II.2"

Directives suisses concernant la qualité des eaux résiduaires à rejeter. (I3)

Substance polluante	Valeur limite pour le rejet	
	en émissaire	en réseau d'égout
pH	6,5 à 8,5	6,5 à 9
Pb	0 mg/l	1 mg/l
Cd	1 mg/l	1 mg/l
Cr(VI)	0,1 mg/l	0,1 mg/l
Cr(III)	2 mg/l	2 mg/l
Fer	1 mg/l	Valeur(+) élevée
Cu	1 mg/l	1 mg/l
Zn	2 mg/l	2 mg/l
Hydrocarbures	10 mg/l	20 mg/l

Tableau "II.3"

Valeurs limites fixées en RDA pour les éléments présents dans
l'émissaire. (I3)

Substances	Teneur limite maximale, mg/l		
	Classe de Qualité : I	2	3
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-9,0
Cr(VI)	0,05	0,1	0,1
Cr(III)	0,5	0,5	0,5
Fe	0,5	1	1,5
Cu	0,01	0,1	0,3
Zn	0,01	0,1	3,0
Cd	0,005	0,03	0,3
Pb	0,1	0,1	0,1
SO ₄ ⁻⁻⁻	150	250	300
Cl	200	300	400
SULFITES	0	0,01	0,05

Tableau " II. 4 "
 -o-o-o-o-o-o-o-o-o-

Extrait des normes de composition des eaux résiduaires
 urbaines et industrielles.

Paramètres physiques et constituants chimiques	Nuisances Unité	FRANCE	SUISSE	R.F.A.
pH	- -	7	6,5-8,5	6,6-8,5
Temperature	- °c	30	30	-
M.E.S	- mg/l	-	20630	0.3
Huiles et Graisses	Génant oxygene - mg/l- tion et pu ration o logique	5	20	-
Phosphates	Eutrophisa mg/l tion	-	2 dans les la- cs	-
Cyanures	Toxicité mg/l	0,02	0,1-0,5	0,1
Chrome (VI)	Toxicité mg/l	0,02	-	-
Plomb	Toxicité mg/l	-	I	-
Fer	Toxicité mg/l	0,5-1,5	I	2
Zinc	Toxicité mg/l	5	2	3

-o- NOMBRE LE PLUS PROBABLE ET INTERVALLE DE CONFIANCE -o-

-o-

Nombre de tubes donnant une réaction positive sur			N.P.P. dans 100 ml	Limites de confiance à 95 %	
1 tube de 50 ml	5 tubes de 10 ml	5 tubes de 1 ml		Limite inferieure	Limite superieure
0	0	I	I	<0,5	4
0	0	2	2	<0,5	6
0	I	0	I	<0,5	4
0	I	I	2	<0,5	6
0	I	2	3	<0,5	8
0	2	0	2	<0,5	6
0	2	1	3	<0,5	8
0	2	2	4	<0,5	II
0	3	0	3	<0,5	8
0	3	I	5	<0,5	I3
0	4	0	5	<0,5	I3
I	0	0	I	<0,5	4
I	0	I	3	<0,5	8
I	0	2	4	<0,5	II
I	0	3	6	<0,5	I5
I	I	0	3	<0,5	8
I	I	I	5	<0,5	I3
I	I	2	7	I	I7
I	I	3	9	2	2I
I	2	0	5	0,5	I3
I	2	I	7	I	I7
I	2	2	10	3	23
I	2	3	I2	3	28
I	3	0	8	2	I9
I	3	I	II	3	26
I	3	2	I4	4	34
I	3	3	I8	5	53
I	3	4	2I	6	66
I	4	0	I3	4	3I
I	4	I	I7	5	47
I	4	2	22	7	69
I	4	3	28	9	85
I	4	4	35	I2	I0I
I	4	5	43	I5	II7
I	5	0	24	8	75
I	5	I	35	I2	I0I
I	5	2	54	I8	I38
I	5	3	92	27	2I7
I	5	4	16I	39	7450
I	5	5	240		

ANNEXE : N°

o-o-o MILIEUX DE CULTURE o-o-o
o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o-o

1. Gélose numération; gélose-tryptone-glucose-extrait de levure

- tryptone 5 g
- glucose 1 g
- extrait de levure 2,5 g *** pH: 7 + ou - 0,1
- gélose 15 g *** Autoclavage:
- eau distillée 1000 ml 20 mn à 120 °C

2. Recherche des coliformes Bouillon Lactosé au Pourpe de Bromocrésol

(B.C.P.L.)

2.1 à double concentration :

- extrait de viande de bœuf 6 g
- peptone 10 g *** pH 6,7
- lactose 10 g *** Autoclavage
- pourpe de bromocrésol 0,06 g 20 mn à 120 °C
- eau distillée 1000 ml

2.2 simple concentration (à) :

- extrait de viande de bœuf 3 g
- peptone 5 g *** pH 6,7
- lactose 5 g *** Autoclavage
- pourpe de bromocrésol 0,030 g 20 mn à 120 °C
- eau distillée 1000 ml

3. Recherche d'E coli milieu indole- mannitol (Schubert)

- tryptophane 0,2 g
- acide glutamique 0,2 g
- sulfate de magnésium 0,7 g
- sulfate d'ammonium 0,4 g *** Autoclave
- citrate de sodium 0,5 g 115 °C , 10 mn
- chlorure de sodium 2,0 g
- tryptone oxid. 10,0 g
- mannitol 7,5 g
- eau distillée 500 ml
- tampon phosphate pH 7,6 500 ml

Préparation du tampon phosphaté

- 500 ml d'eau distillée
- 1,44 g de phosphate monosodique
- 9,21 g de phosphate disodique

4. Recherche des Streptocoques fécaux:

4.1 Bouillon glucodé à l'azide de sodium (milieu de Rothe)

4.1.1 à double concentration

- tryptone 40 g
 - glucose 10 g
 - NaCl 10 g
 - phosphate bipotassique 5,4 g
 - phosphate monopotassique 5,4 g
 - azide de sodium 0,4 g
 - eau distillée 1000 ml
- *** pH 6,8 - 7
*** Autoclavage
15 mn à 121 °C

4.1.2 à simple concentration

- tryptone 40 g
 - glucose 5 g
 - NaCl 5 g
 - phosphate bipotassique 2,7 g
 - Phosphate monopotassique 2,7 g
 - azide de sodium 0,2 g
 - eau distillée 1000 g
- *** pH 6,8 - 7
*** Autoclavage
15 mn à 121 °C

4.2 Bouillon glucosé à l'ethyl violet et azide de sodium (E.V.A.)

- tryptone 20 g
 - glucose 5 g
 - NaCl 5 g
 - phosphate bipotassique 2,7 g
 - phosphate monopotassique 2,7 g
 - azide desodium 0,3 g
 - ethyl violet 0,0005 g
 - eau distillée 1000 ml
- *** pH 7,6 - 7,8

o-o

BIBLIOGRAPHIE

1. - AROUA(A.) - "Santé et environnement", ENL, ALGER, 1985.
2. - ALEXEEV(A.) - "Analyse quantitative", Ed Mir, MOSCOU, 1980.
3. - BECHAC(J.P.);BOUPIN(P.);MERCIER(B.);NUER(P.) - "Traitement des eaux usées", Ed Eyrolles, PARIS, 1984.
4. - BEAUDRY(J.P.) - "Traitement des eaux", Ed Griffont d'Argile, 1984.
5. - BEUMER(J.) - "Analyse bactériologique des eaux", Institut Pasteur d'ALGER.
6. - BENKHELIFA - "Etude microbiologique des eaux du bassin-versant de l'Oued EL Khabir", ENP, Projet de fin d'études, ALGER, 1988.
7. - BOEGLIN (J.C.) - "Le traitement biologique des rejets des industries de l'ennoblissement textile", Eau industrie et nuisances, 1984.
8. - BORMANS(J.) - "Analyse des eaux résiduaires", Ed Cebedoc et Eyrolles, PARIS, 1974.
9. - BULLETIN SCIENTIFIQUE DE L'INDUSTRIE TEXTILE DE FRANCE", Volume I4, N°= 53,54,55,56,57, 4^e Trimestre, 1985.
10. - CARRE - "Précis de technologie et de chimie industrielle, les industries des produits organiques", PARIS, 1939.
11. - CHERGUI(A.) - "Quantification de la charge polluante des eaux usées d'ANABIB", ENP, Projet de fin d'études, ALGER, 1987.
12. - CONSEIL SCIENTIFIQUE DE L'ENVIRONNEMENT DE LIEGE", Edition Cebedoc.
13. - DEGREMONT - "Mémento technique de l'eau", PARIS, 1979.
14. - DIOGIALOW - "Travaux pratiques du module épuration biologique des eaux", ENP, ALGER, 1987.
15. - DRAPENAU(A.J.);JANCOVIC(S.) - "Microbiologie de l'environnement", O.M.S, GENEVE, 1977.
16. - ECKENFELDER(W.W.) - "Gestion des eaux usées urbaines et industrielles", Technique et documentation Lavoisier, PARIS, 1982.
17. - FRANCAISE DES MATIERES COLORANTES.- "Manuel d'application des matières colorantes et produits spéciaux pour la teinture et l'impression du coton", PARIS, 1978.
18. - GAID(A.) - "Epuration biologique des eaux résiduaires", O.P.U, ALGER, 1984.
19. - GERMAINS(L.);COLAS(L.);ROUQUET(J.) -" Le traitement des eaux destinées à l'alimentation des chaudières à vapeur, aux circuits de réfrigération et aux réseaux de distribution d'eaux industrielles et potables", 5^e Ed DUNOD.
20. - GOMELLA(C.);GUEREE -"Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées", Eyrolles, PARIS, 1978.

21. - LACEE(C.) - "Analyse des boues, tomes I,2 et 3", AFEE, 1985.
22. - LECLERC(H.) - "Cours de microbiologie systématique", institut Pasteur d'ALGER, 1975.
23. - LEFUSTEC(M.) - "Technologie des matières et industries textiles", Ed Eyrolles, PARIS, 1984.
24. - LEVESQUE(L.) - "Les micropolluants minéraux dans les eaux superficielles, Chrome-cuivre-nickel", Rapport N°=6, 1979.
25. - LEVESQUE(L.) - "Les micropolluants minéraux dans les eaux superficielles, zinc-cadmium-", Rapport N°=4, 1978.
26. - MAES(M.) - "Les résidus industriels:Traitement,valorisation et législation", Entreprise moderne d'édition technique et documentation, PARIS.
27. - MARCHALL(N.);BOURDON(J.L.);RECHARD(D.) - "Les milieu de culture", Ed Doin, Paris, 1982.
28. - MEINCK(F.);STOOFF(H.) - "Les eaux résiduaires industrielles", 2^e Ed Masson, 1977.
29. - ORGANISATION DE COOPERATION ET DE DEVELOPPEMENT ECONOMIQUE - "Epuration des eaux résiduaires mixtes urbaines et industrielles", PARIS, 1986.
30. - OUCHENE - "Quantification de la pollution des boues", ENP, Projet de fin d'études, ALGER, 1986.
31. - PELZCAR(M.J.);FONTAINE(J.) - "Elément de microbiologie", Ed Hrw Itée, MONTREAL, 1982.
32. - PESSON(p.) - "La pollution des eaux continentales-incendies sur les biocénoses aquatiques", Institut nationale agronomique, Collection dirigé par P.PESSON:Formation permanente en écologie et en biologie, GAUTHIER-VILLARS.
33. - PETIT LAROUSSE DE LA MEDECINE, 1984.
34. - PUBLICATION DES FRERES JESUITES - "Etudes scientifiques de l'eau", Maison St François Xavier, Alexandrie . EGYPTE .
35. - RAMADE(F.) - "Elément d'écologie -écologie applquée", 3^e Ed, PARIS, 1982.
- 36.- RAMADE(F.) - " Ecotoxicologie", Ed Masson, NEWYORK,PARIS,BARCELONE, MILLAN, 1979.
37. - RECHERCHE - " L'épuration biologique de l'eau", Article par BEBIN(J.), Mensuel N°= 195, Janvier 1988.
38. - RECUEIL DE NORMES D'AFNORE, 1978.
39. - RODIER(J.) - "L'analyse de l'eau:Eaux résiduaires,eaux naturelles, eaux de mer", 6^e Ed Dunod technique.

40. - ROQUES(H.) - " FONDEMENT THEORIQUE DU TRAITEMENT BIOLOGIQUE DES EAUX", Technique et documentation, PARIS , 1979.
41. - STANDARTS METHODS FOR EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER", 5^e American Public Health Association, New YORK, 1980.
42. - TARDAT-HENRY(J.P.) - "Chimie des eaux", Ed le Griffont d'Argile, CANADA, 1984.
43. - TEINTEX - "Revue internationale des techniques textiles", Mars 1981.
44. - TERNISSEN(J.A.) - "La lutte contre la pollution"; Presses universitaires de France, PARIS, 1968.
45. - VAILLANT(J.R.) - "Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution-Contrôle de déversement d'eaux polluées", Ed Eyrolles, PARIS, 1973.
46. - WEINER(R.) - "Epuración des eaux résiduaires dans la transformation et la galvanisation des métaux", Ed Eyrolles, PARIS, 1975.
47. - WESLEY(J.) - "L'eau dans l'industrie", Ed technique et documentation, PARIS, 1972.

