

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

2/88

وزارة التعليم و البحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement et de la Recherche Scientifique

1Ex  
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : GÉNIE DE L'ENVIRONNEMENT

المدرسة الوطنية للتكنولوجيا  
BIBLIOTHEQUE - المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

Dimensionnement du cycle de traitement  
des eaux usées de la mégisserie  
de Rouiba E.N.I.P.E.C

Proposé par :

DE KERBACHI.R

Etudié par :

ADLI.REDOUANE

Dirigé par :

DE KERBACHI.R

DE MAHIOUT.S

PROMOTION : FEVRIER 1988

THE OREGON

EXHIBIT

21

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

PHYSICS DEPARTMENT

# DEDICAKES

Je dédie ce modeste travail en signe de reconnaissance et de respect:

- \* à mes parents
- \* à tous mes frères et soeurs
- \* à tous les membres de la famille.
- \* à tous mes amis de la promotion et mes amis du quartier

Adli. Redouane

# REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier vivement mes promoteurs, M<sup>r</sup>, le D<sup>r</sup> KERBACHI. R et M<sup>r</sup>, le D<sup>r</sup> MAHIOUT. S. pour l'aide et les conseils qu'ils m'ont prodigués tout au long de ce projet.

mes remerciements vont également:

- \* à M<sup>r</sup> Rouidi. ingénieur au bureau d'étude de L'EDIL pour son aide et ses précieux conseils.
- \* à M<sup>r</sup> Sellal. responsable de laboratoire de L'ENEDIM (Boumérdes) pour son aide qu'il m'a apporté pour l'évaluation des résultats, ainsi que ses collaborateurs.
- \* aux personnels du laboratoire de production de la mégisserie de Rouiba et en particulier à M<sup>r</sup> DEREDJE et M<sup>r</sup> BOUASMANE
- \* aux personnels de notre département et en particulier à M<sup>r</sup> MAHFOUD et M<sup>r</sup> NOUARI et M<sup>lle</sup> LEILA.
- \* à tous mes enseignants.
- \* à tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près à l'élaboration de ce modeste travail

Adli. P

# SOMMAIRE

Page

I. Introduction	
I.1 Preamble.	1
I.2 But de L'étude.	2
II. Notions générales sur L'industrie de transformation des peaux .	
II.1 Aperçu sur L'industrie du cuir et Les différents procédés de fabrication.	3
II.2 Les eaux usées des tanneries- mégisseries	3
II.3 Pollution provoquée par la tannerie - mégisserie.	5
II.3.1 Introduction.	
II.3.2 Types de pollution engendrée par les différentes étapes de transformation	
II.4 Toxicité des effluents de tannerie - mégisserie .	
II.4.1 Toxicité du chrome.	10
II.4.1.1 Effets biologiques du chrome .	11
II.4.1.2 Effets biologiques sur Les micro-organismes.	11
II.4.1.3 Effets sur Les poissons.	12
II.4.1.4 Effets biologiques sur L'homme .	12
II.4.2 Toxicité des sulfures.	13
II.4.2.1 Effets toxiques des sulfures sur Les poissons .	13
II.4.2.2 Effets toxiques des sulfures sur Les organismes inférieurs	14
III. Présentation de L'unité ENiPEC de Rouiba .	
III.1 Situation géographique de L'unité .	15
III.2 Capacité de production .	15
III.3 Procédés de fabrication existant à la mégisserie de L'ENiPEC.	15

III.3.1 Travail de rivière.	1
III.3.2 Opération de tannage.	1
III.3.3 Opération de finissage.	2
III.4. Produits chimiques consommés.	2
III.5. Consommation en eau.	2
III.5.1 Utilisation de l'eau dans l'unité.	2
III.6 Réseau d'assainissement et évacuation des eaux usées.	2
III.7 Pollution engendrée par l'unité	2
IV. Evaluation de la pollution engendrée par l'unité.	
IV.1. Prélèvement et échantillonnage.	2
IV.2 Paramètres de pollution et méthodologie.	2
IV.3 Résumé des résultats connus à ce jour.	3
IV.4 Résultats obtenus dans le cadre de ce travail.	3
IV.5 Normes du rejet	3
IV.6 Interprétation et discussions des résultats.	3
V. Traitements étudiés.	4
V.1 Régénération des sels de chrome	4
V.1.1 Principe du procédé de récupération	4
V.1.2 Description de l'installation.	4
V.1.3 Dimensionnement de l'installation.	4
V.2 Désulfuration des bains d'épilage - pelanage	
V.2.1 Introduction.	54
V.2.2 Description du procédé.	54

V.2.3 Description de L'installation.

5

V.2.4 Dimensionnement de L'installation.

6

V.3 Conclusion et recommandations.

7

I. Préambule

II. Introduction

III. Description de l'installation

IV. Dimensionnement

V. Conclusion

VI. Annexes

# LISTES DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1 : Répartition des paramètres de pollution selon les différentes phases de la fabrication des cuirs.	7
Tableau 2 : Consommation en produits chimiques dans la mégisserie de Rouiba	24
Tableau 3 : Consommation en eau pour une capacité de 6000 peaux/Jour.	24
Tableau 4 : Volume des rejets et nature des effluents.	25
Tableau 5 : Recapitulation des mesures effectuées à ce jour.	33
Tableau 6 : Résultats obtenus dans le cadre de ce travail.	35
Tableau 7 : Normes pour un rejet en rivière (milieu naturel).	37
Tableau 8 : Les caractéristiques des processus de tannage	49
Tableau 9 : Les variations de concentration de $H_2S$ dans l'atmosphère	55

# LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1 : Diagramme de fabrication ovins d'une mégisserie et nature des rejets polluants.	4
Figure 2 : Plan d'assainissement et points de prélèvement.	28
Figure 3 : installation de régénération du sels de chrome.	46
Figure 4 : Désulfuration par oxydation catalytique.	61
Figure 5 : Schéma de sulfure de sodium retrouvé dans les e aux résiduares (théorique).	63

# CHAPI TRE 1 :

## INTRODUKTION

## I.1 Préambule :

L'essor industriel qu'à connu ces dernières années notre pays, La croissance démographique et L'amélioration du niveau de vie exigent une consommation en eau de plus en plus importante. parallèlement et inévitablement il en résulte une forte augmentation en volume des rejets Liquides. dans certains cas ces effluents sont peu souillés et ne causent pas de pollution importante, mais il est malheureusement beaucoup plus fréquent que Les eaux usées urbaines et industrielles soient fortement contaminées par des produits divers et qu'elles polluent le milieu récepteur ainsi que L'environnement en général. La dégradation de L'environnement n'est donc plus un slogan de presse réservé à certains pays, mais aussi perçu par chacun de nous et ce n'est pas par hasard que la pollution des eaux tiennent une place des plus importantes dans notre vie quotidienne.

Si par Le passé la nature pouvait encore se défendre contre toutes les agressions polluantes par ses propres capacités d'auto-régénération, ce n'est plus le cas actuellement car ses facultés d'auto-épuration sont de plus en plus réduites, il existe néanmoins des moyens de lutte contre cette pollution qui sont <sup>aussi</sup> divers que la pollution elle-même et aussi variés que les moyens disponibles.

Le but à atteindre est toujours le même : réduction et élimination de la charge polluante par des traitements appropriés.

## 1.2 But de l'étude :

Notre étude s'inscrit dans le cadre du plan d'action anti-pollution du Lac de Réghaia (1) et fait partie du projet de recherche du département de rattachement qui vise à évaluer globalement et à la source la pollution engendrée par les divers unités implantées dans la zone industrielle de Rouiba - Réghaia.

D'autre part ce travail présente un complément et une continuité à une étude antérieure (2) effectuée dans le même cadre et portant précisément sur l'évaluation de la pollution des rejets de l'unité de transformation du cuir ENIPEC.

L'objectif de cette étude consistera donc dans un premier temps à effectuer un complément d'analyse sur certains paramètres caractéristiques à la nature d'une telle pollution.

Dans un deuxième point nous nous intéresserons de plus près aux installations de récupération et de recyclage de certains composés chimiques et aux dimensionnement des installations semi-pilotes correspondantes.

## **CHAPITRE 2 :**

# **NOTION GÉNÉRALES SUR L'INDUSTRIE DE TRANSF( )- FORMATION DES PÉLIX**

## II.1 APERÇU SUR L'INDUSTRIE DU CUIR ET LES DIFFÉRENTS PROCÉDÉS DE FABRICATION:

Dans les tanneries, on transforme en cuir les peaux d'animaux, après un traitement préliminaire destiné à éliminer l'épiderme et les membranes grasses inférieures et supérieures.

Le tannage est fait par différents procédés. alors que le traitement préliminaire est effectué de façon plus ou moins similaire dans presque toutes les tanneries, on distingue dans les tanneries proprement dites, selon les produits tannants employés :

- 1- Le tannage végétal au moyen de tanins végétaux,
- 2- Le tannage au chrome, à l'aide de sels de chrome,
- 3- Le mégissage, au moyen d'alun et de chlorure de sodium,
- 4- Le chamoisage, à l'aide d'huile de baleine.

ainsi que des procédés ou combinaison de procédés divers. parmi toutes les méthodes ci-dessus, le tannage végétal et le tannage au chrome occupent, en Algérie, la position la plus importante.

dans les fabriques de cuirs, une fois le tannage terminé, les peaux sont converties en produits prêts pour la vente, par corroyage, qui parfois aussi comprend les opérations de teinture (3).

Les différents procédés de fabrication utilisés dans la tannerie sont schématisés dans la figure 1.

## II.2 LES EAUX USÉES DES TANNERIES - MÉGISSERIES:

Les eaux résiduaires sont constituées par les déchets liquides et solides rejetés par l'industrie lors des transformations de la matière

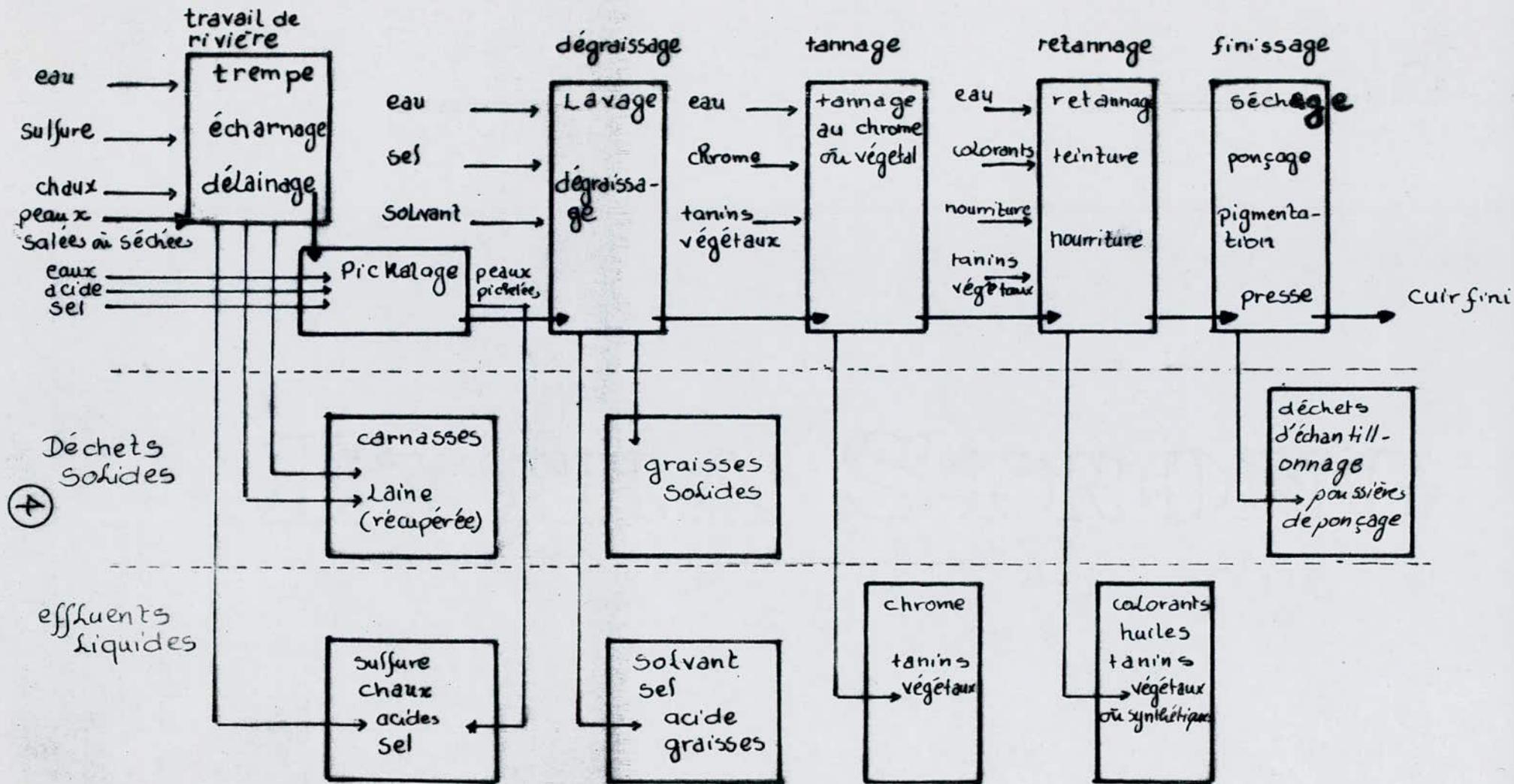


Fig. 1 Diagramme de fabrications ovins d'une mégisserie et nature des rejets polluants.

première en produits industriels.

La plupart des spécialistes en pollution qui se sont penchés sur le problème des effluents de tannerie sont arrivés à admettre que les usines de tannage appartiennent au groupe d'industries déversant le plus d'eaux résiduelles polluées.

La construction même d'une tannerie nécessite au préalable une étude sur les possibilités d'alimentation en eau et les moyens de son évacuation.

L'étude des eaux usées permet de donner une approche globale de l'état d'une eau qui se trouve modifiée par l'action de l'homme, cette eau se trouve donc altérée par un (ou des) agent(s) physiques, chimiques ou biologiques.

d'une façon générale les eaux usées de tannerie peuvent être caractérisées par un taux de matières solides élevé, par une couleur variable (du noir au vert), par des odeurs désagréables et par des matières concentrées solubles et insolubles, organiques et inorganiques.

des études qualitatives ont montré que les eaux résiduelles sont chargées principalement en chaux, protéines, sulfures, sels de chrome, carbonate de sodium, sulfate de sodium, colorants, huiles, pétrole, détergents, sable et poils.

La nature de ces divers constituants montre la présence de différentes formes de pollution de l'eau qui subit un apport de diverses matières et se trouve donc modifiée tant dans sa composition physique que chimique (4).

## II.3 POLLUTION PROVOQUÉE PAR LA TANNERIE - MÉBISSÉRIE :

### II.3.1 INTRODUCTION :

Dans la fabrication du cuir, les formes de pollution sont nombreuses,

on distingue les pollutions en provenance des matières premières et les pollutions apportées par les traitements chimiques.

Les premières ont pour effet d'augmenter considérablement les matières en suspension, la DBO<sub>5</sub> et la DCO. La préparation des peaux entraîne des rejets en grandes quantités de protéines, de graisses en suspension, de poils, de débris de peaux et selon les fabrications, des graisses en émulsion, de la lanoline et des détergents.

Les secondes ont une action toxique en raison de la composition des bains de traitement chimique dont le rôle est de rendre imputrescibles les peaux traitées.

Ces charges diverses créent des conditions telles que la pollution ne peut être résorbée dans les milieux naturels et bien au contraire, stoppe les phénomènes d'auto-épuration, d'une part en raison de fortes charges organiques diverses, d'autre part, du fait de la présence de grandes quantités d'éléments toxiques. Il en résulte des réactions bactériennes anaérobies qui confèrent à ces eaux et aux milieux de rejets des odeurs insupportables et interdisent toute vie aquatique (5).

### III.3.2 TYPES DE POLLUTION ENGENDRÉES PAR LES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE TRANSFORMATION.

Si la pollution rejetée par la tannerie forme un tout cohérent et relativement bien défini, la contribution de chacun des bains est très spécifique et dépend de l'opération à laquelle il se rapporte. Le Tableau.1 résume d'une façon schématique la répartition des paramètres de pollution selon les différentes phases de la production du cuir (6).

Paramètres de pollution	effluent total	Trempe	Pelain	Déchaulage confitage	Picklage tannage	Reste d'opérations
D.B.O <sub>5</sub> % .....	75-90 100%	7,5-9,0 10%	52-63 70%	2,5 3%	0,1 1,2%	11,5-14,5 15%
D.C.O % .....	200-220 100%	30-33 15%	110-120 55%	6 3%	2 1%	50-58 25%
matières oxydables % .....	110-130 100%	14-17 13%	70-82 64%	—	—	14-17 23%
M.E.S % .....	140 100%	7 5%	77 55%	—	—	56 40%
Salinité % .....	250-350 100%	150-210 60%	—	20-30 8%	60-90 25%	17-25 7%
Toxicité % .....	2,5 Kg/l 100%	—	1,9 Kg/l 76%	—	0,6 Kg/l 24%	—

TABLEAU N° 1: Répartition des paramètres de pollution selon les différentes phases de la fabrication des cuirs ; en Kg/l T (4)

Suivant le tableau 1, concernant les différents effluents rejetés par chaque opération, on remarque que :

\* Au niveau de la trempe les peaux salées absorbent l'eau qu'elles ont perdues lors de la conservation et d'autre part le sel et les salissures qui les impregnent passent en solution ou en suspension; ceci conduit à la charge polluante indiquée au tableau précédent.

Ces valeurs sont relativement faibles en ce qui concerne la D.B.O<sub>5</sub> et la D.C.O, mais la trempe représente à elle seule 60% de la salinité totale, soit 150 à 210 kg de sel/tonne de peaux.

\* Dans le bain de pelanage on introduit des composés non solubles (chaux en excès), des produits toxiques (sulfures) et l'on dissout des matières organiques (Kératines).

ceci se traduit dans le bain résiduaire par le bilan indiqué au tableau précédent.

Si l'on dresse un bilan partiel relatif au seul travail de rivière, sa contribution à la pollution totale est la suivante :

- 55% de la D.C.O
- 70% de la D.B.O<sub>5</sub>
- 55% des M.E.S
- 76% de la toxicité (normes equitox française).

Les bains de déchaulage et de confitage exercent peu d'influence sur la D.B.O<sub>5</sub> et la D.C.O; par contre, la salinité est évaluée à 20-30 kg par tonne de peaux, soit 8% de la salinité totale.

\* pour les deux bains de picklage et de tannage, l'incidence est faible

sur les taux de DBO<sub>5</sub>, par contre la salinité est plus importante.

en ce qui concerne la toxicité, le chrome ne contribue que pour 5% à la toxicité globale.

Le bilan des flux polluant présenté dans le tableau précédent ne font pas état du cas particulier que constitue en mégisserie le dégraissage des peaux, effectué le plus souvent au stade préalable, avec des solvants chlorés.

dans ces conditions les charges polluantes suivantes sont à ajouter à celles déjà indiquées :

- DCO 100 - 120 kg / T de peaux.

- MES 20 kg / T de peaux

- salinité 250 kg / T de peaux

à la lumière de tous ces résultats, quatre points particulièrement critiques se dégagent :

- La trempe possède une forte salinité dans le cas de la mise en oeuvre de peaux salées.
- Le pelain renferme à lui seul plus de la moitié de la pollution totale.
- Le dégraissage induit une pollution double, les solvants et la salinité.
- Le tannage engendre un énorme gaspillage des sels de chrome (4).

#### II.4 TOXICITÉ DES EFFLUENTS DE TANNERIE-MÉGISSERIE :

L'emploi de certains produits chimiques dans le processus de transformation de la peau en cuir et leur présence dans l'effluent même à faible concentration exerce une action toxique sur le milieu récepteur.

cette toxicité se traduit par une perturbation plus ou moins grave du métabolisme d'un organisme selon qu'il soit une bactérie, une algue, un micro-crustacé, un poisson ou l'être humain.

en tannerie mégisserie, la toxicité est due à l'influence des sels de chrome provenant de l'opération de tannage et surtout en majeure partie par les sulfures utilisés au niveau du pelanage.

Il en résulte en conséquence une diminution notable de l'efficacité des stations d'épuration biologique dans le cours d'eau, il y a ralentissement de l'auto-épuration (4).

#### II.4.1 Toxicité du chrome:

Les eaux résiduaires de tannerie contiennent une forte concentration en chrome, car les sels de chrome utilisés pour les tannage et retannage ne sont pas entièrement épuisés. Le chrome sous sa forme hexavalente est très toxique et bloque l'épuration biologique à des concentrations de quelque mg/l. Dans l'effluent total de la tannerie, il est sous sa forme trivalente et à pH (10-13), la quantité de sels de chrome solubles reste faible et n'a pas d'influence sur l'activité biologique (7).

Il s'avère que le chrome se trouve dans les boues de tannerie. une étude faite sur la toxicité du chrome contenu dans les boues de tannerie utilisées comme engrais a montré que :

- l'oxyde de chrome, insoluble n'a aucune influence sur la végétation
- Le sulfate de chrome dans des conditions déterminées peut limiter le développement racinaire et la croissance des parties aériennes ainsi que le rendement.

- L'action du chrome est aussi en relation avec la nature du sol en calcaire, Les risques de toxicité sont faibles tandis qu'en sol acide, La végétation est réduite par des apports de sulfate de chrome et l'on constate une diminution de l'acide phosphorique assimilable. Sur un essai de tomate enterrée acide, La croissance des racines a baissé de moitié pour 300 mg Cr/Kg de terre. en présence de 500 mg Cr/Kg de terre il n'y a pratiquement plus de racines (8).

#### II.4.1.1 Effet biologique du chrome:

Des travaux effectués par (Clendenning Et North) ont montré que Le chrome hexavalent avait un effet inhibiteur sur la photosynthèse d'une algue géante *Macrocystis pyrifera*. pour une concentration en chrome hexavalent de 1 mg/l. La concentration en chrome hexavalent nécessaire pour réduire la photosynthèse de 50% en quatre jours est estimée à 5 mg/l. (9).

#### II.4.1.2 Effets biologiques sur LES micro-organismes:

La toxicité du chrome vis-à-vis des bactéries est contrôlée par plusieurs facteurs: la valeur du chrome, le type d'organismes, la quantité de matière organique présente, et la concentration en oxygène dissous.

d'une manière générale, Les bactéries résistent relativement bien aux sels de chrome, l'ion chromate étant généralement plus toxique que l'ion chromique dans les conditions d'anaérobiose, alors que l'ion chromique est plus toxique que l'ion chromate dans les conditions d'aérobiose (9).

#### II.4.1.3 Effets sur Les poissons:

D'après "Water Quality Criteria" Les poissons sembleraient plus résistant que Les autres espèces aquatiques aux sels de chrome .

Dans L'ensemble, Les tests biologiques montrent que Le chrome hexavalent est plus toxique pour Les poissons que Le chrome trivalent. mais si La teneur au chrome trivalent dépasse une certaine teneur, celui-ci devient un danger pour Les poissons (9).

#### II.4.1.4 Effets biologiques sur L'homme:

Le chrome trivalent à une mobilité limitée dans Les organismes vivants, du fait que c'est un cation à charge triple, il passe difficilement à travers La membrane cellulaire à moins que sa charge nette ne soit réduite par Complexation.

Le chrome hexavalent, au contraire du chrome trivalent, traverse avec une certaine facilité Les membranes biologiques; il ne réagit pas aussi fortement que ce dernier avec Les macro-molécules des tissus vivants, plusieurs de Leurs groupes fonctionnels étant anioniques.

pour La santé de L'homme, Le plus important danger relié au chrome se trouve dans L'industrie où Le chrome hexavalent exerce une altération des voies respiratoires (Ulcération de La muqueuse nasale, perforation du septum nasal, conger des voies pulmonaires).

Le chrome trivalent est considéré comme étant moins dangereux, son effet principal étant une forme de dermatite de contact chez Les sujets sensibilisés au chrome.

L'ingestion de chrome trivalent même en concentrations relative.

ment élevées a peu d'effet sur l'appareil digestif de l'homme mais peut provoquer une accumulation significative du chrome dans les tissus.

Les cas d'intoxication au chrome sont cependant rarement dus à l'ingestion d'eau de boisson contaminée mais plutôt à l'absorption accidentelle de composés chromés (9).

#### II.4.2 Toxicité des sulfures :

principalement contenus dans l'effluent pelain, les sulfures peuvent engendrer des perturbations dans l'activité microbienne, notamment dans le cas de l'épuration biologique comme ils peuvent provoquer une mortalité considérable de poissons dans le cours d'eau, ceci à des concentrations de 10 mg/l ou même moins.

Dans le cas d'une épuration biologique, il a été démontré qu'une concentration de 50 mg/l de  $S^{2-}$  ne retardait pas l'activité microbienne. cependant, dans l'effluent pelainage et dans l'effluent total de l'arrène, la concentration est de loin supérieure à 50 mg/l (4).

##### II.4.2.1 Effets toxiques des sulfures sur les poissons :

pour des concentrations de 30 à 115 mg/l, le sulfure de sodium provoque de fortes lésions chez la tanche. La concentration létale la plus faible, pour diverses espèces de poissons, est de 3,0 à 3,5 mg/l de  $Na_2S \cdot 9H_2O$ . L'action produite est toute fois fonction du pH, et est d'autant plus prononcée que le pH est plus bas.

Sur des truites, une concentration de 3,2 mg/l peut entraîner la mort en deux heures à pH = 9,0, en 10 minutes à pH = 3,8, et en 4 minutes à pH = 6, certains poissons sensibles, même dans une eau à la neutralité

ne peuvent pas supporter des teneurs en sulfures de 0,5 à 1,0 mg/l (3).

#### II.4.2.2 Effets toxiques des sulfures sur les organismes inférieurs:

L'action des sulfures sur les processus de digestion dépend de la forme et de la quantité sous lesquelles ils sont présents. Les sulfures neutres solubles affectent la digestion quand leur concentration est de 100 mg/l et plus (3).

# CHAPTER 3 :

## ΠΡΕΣΒΕΥΤΙΚΟΝ ΙΔΕΟΛΟΓΙΑΣ Ε.Ν.Ι.Ρ.Ε. ( ΙΚΑΝΙΣΤΑ

### III.1 Situation géographique de L'unité:

L'unité mégisserie de Rouiba est située à la limite ouest de la zone industrielle, en bordure sud de la Route nationale N°5.

Cette unité dont les études de construction ont débuté en 1963/64, n'a commencé à produire qu'à partir de 1966, elle traitait au début les peaux de bovins, d'ovins et de caprins.

Actuellement elle s'est spécialisée dans le travail de peaux d'ovins. Une partie des peaux tannées (surtout le Nappa) est exportée vers l'étranger.

### III.2 Capacité de production:

La quantité moyenne des peaux traitées à la mégisserie de Rouiba s'élève à 6000 peaux salées par jour, avec un cycle de travail hebdomadaire de 5 jours. L'unité fonctionne avec un effectif d'environ 600 personnes, réparties sur trois équipes.

D'autre part, avec les nouvelles coudreuses (12 coudreuses) importées dernièrement de l'Espagne, l'objectif fixé par l'unité, en l'occurrence un traitement de 9000 peaux par jour, sera bientôt atteint.

Il est à noter qu'un atelier de traitement des peaux en fourrure travaille en parallèle et traite 800 peaux par jour.

### III.3 Procédés de fabrication existant à la mégisserie de L'ENIPEC:

Les peaux qui arrivent à la mégisserie de Rouiba, sont des peaux salées et séchées. Ces peaux sont d'origine locale et sont collectées à travers le territoire national.

L'obtention du cuir à partir de ces peaux se fait selon plusieurs

opérations importantes :

- travail de rivière .
- opération de tannage .
- opération de finissage .

### III.3.1 Travail de rivière :

La préparation du derme se réalise en plusieurs étapes :

- a. Trempe ou Reverdissage .
- b. Enchaucenage .
- c. Délainage
- d. Lavage de la Laine
- e. Pelanage - Épilage .
- f. Écharnage .

#### a. Trempe : (avec Laine)

C'est la première opération réalisée par le tanneur, elle consiste à réhydrater la peau, c.à.d à lui restituer l'eau qu'elle a perdue, lors de sa conservation. Cette réhydratation doit être totale, car elle conditionne la réactivité de la peau et par là, les caractéristiques chimiques et physiques du cuir. En outre, elle la débarrasse, par lavage, des impuretés extérieures : salissures, sel, du liquide interfibrillaire de constitution, des bactéries... elle est réalisée dans des cuves ou des appareils mécaniques, appelés Coudreuses (cuves demi-cylindriques).

Cette opération demande certaines précautions, car l'activité bactérienne reprend son cours avec l'hydratation des tissus dermiques et par consé.

quent, dégrade la peau.

elle dure 48 heures pour les peaux salées sèches et 24 heures pour les peaux salées vertes.

#### b. Enchaucenage:

c'est une opération qui consiste à enduire le côté chair, avec une pâte à base de chaux et de sulfate de sodium. diffusant à travers le derme, elle remontera vers l'épiderme et attaquera par la base, la partie vivante de cette couche. elle agira aussi en dissolvant la base des poils sans toucher au follicule pileux dans lequel ils sont insérés.

#### c. Délainage:

c'est le détachement de la laine de la peau. il est facilité par l'opération précédente. Le délainage se fait mécaniquement par des délain-euses.

#### d. Lavage de la laine:

Le lavage de la laine se fait dans 5 bacs remplis d'eau à différentes températures ( $35^{\circ}$ ,  $65^{\circ}$ C), avec un peu d'acide chlorhydrique, d'émulgateur et de carbonate.

#### e. Epilage - Pelanage:

ces opérations sont conjointes.

L'épilage a pour but l'élimination de l'épiderme et de sa production: le poil dans le cas des bovins.

Le pelanage est une opération chimique: une hydrolyse. il consiste à laisser les peaux séjourner dans un bain alcalin qui modifie la structure du derme, augmente la réactivité des fibres collagéniques avec les matières tannantes

et influence les propriétés physiques du cuir : souplesse, prêtant, ....

La durée du pelain et de trois à quatre jours.

### f - Écharnage :

L'écharnage se réalise sur des machines spécialement conçues à cet effet. celui-ci a pour but d'éliminer les tissus sous-cutanés de la peau, et bien sûr les déchets de viande et de graisses restant après l'habillage. Cette machine est constituée par un cylindre dont les lames sont affûtées et coupantes et qui arrachent et sectionnent le tissu sous-cutané.

### III.3.2 Opération de tannage :

Les peaux parvenant à l'atelier de tannage sont gonflées et alcalines ( $\text{pH} \approx 11$ ), elles ne conviennent pas, dans cet état, au tannage.

L'aptitude des sels de chrome, pour se combiner à la peau est régie par des lois bien précises d'ionisation du collagène, l'hydrolyse des sels de chrome et de bien d'autres phénomènes. Pour réaliser un bon tannage, il faut que l'agent tannant (sel de chrome), puisse pénétrer au cœur de la peau et se fixer. ceci se réalise en deux temps : pénétration et fixation.

Les peaux suivront donc le cycle suivant : (entripe) :

### a - Déchaulage :

Pour déchauler les peaux, on pourra faire appel à différents produits : acides (chlorhydrique, sulfurique, acétique, lactique, etc...) et des sels d'ammonium pour obtenir des peaux possédant une certaine souplesse et des flancs propres, débarrassées des restes épidermiques retenus prisonniers dans les follicules pileux, il faut intervenir un autre processus : le confitage.

Le confitage est une opération biochimique effectuée au moyen d'une enzyme.

cette enzyme hydrolyse plus ou moins des fibres élastiques et contribue ainsi à augmenter la souplesse elle complétera la dégradation des résidus épidermiques, donnant une fleur plus propre et plus lisse.

pour qu'une enzyme ait une action efficace, il faut, d'une part, opérer à chaud:  $37^{\circ}\text{C}$  et d'autre part, en milieu légèrement alcalin aux environs de 8,5, ceci entraîne l'emploi des sels d'ammonium pour le déchaulage qui tamponne le bain à ce PH. L'opération dure une heure à une heure et demi et se réalise au foulon.

### b. Dégraissage:

cette opération consiste à éliminer les matières grasses excédentaires, en ajoutant à sec une solution de pétrole et une solution de "Sandozine" (émulgateur).

### C. Picklage:

La peau déchaulée ne convient pas au tannage, il faut l'acidifier à l'aide d'acide sulfurique 0,7%, pour que le chrome puisse pénétrer dans la peau; c'est une phase préparatoire, (comme acide, on utilisera aussi de l'acide formique).

Lorsque l'on met dans un bain la peau et de l'acide, on peut observer un gonflement de celle-ci, gonflement qui n'est pas du tout souhaitable. pour réaliser cette acidification, on devra faire appel à un phénomène physique, la pression osmotique, qui réprimera ce gonflement. ceci se réalise par addition de sel.

L'opération dure 4 à 12 heures et se réalise dans le même foulon que celui qui a servi au déchaulage.

### d. Tannage:

dans cette opération, on utilise des sels de chrome et plus précisément des sulfates de chrome basiques à 33° ou 45° sch. ces sels sont ajoutés sous forme de solution dans le bain de picklé, c'est la phase pénétration qui dure environ 6 à 8 heures.

Lorsque la peau est pénétrée à cœur, on fixe ce tanin, par une opération chimique qui consiste à basifier la peau et le bain avec une solution de carbonate de sodium. deux phénomènes vont avoir lieu: neutralisation de l'acide du picklage et modification chimique des sels de chrome qui, basifiés, deviennent plus astringents. cette opération est délicate et doit être conduite lentement et très progressivement. il faut amener le bain à un PH de 3,6 - 3,8. La peau tannée résistera à l'eau bouillante.

### e - Section stain:

ce sont des opérations mécaniques qu'on utilise:

#### - essorage:

cette opération se réalise avec uneessoreuse. Le but est double: communiquer à la peau un pouvoir absorbant et éliminer une partie du liquide interfibrillaire chargé en tanin et non-tanin.

#### - dérayage:

Il permet d'égaliser le cuir en épaisseur en les séparant en deux feuilles, l'une le côté fleur, d'épaisseur uniforme et l'autre le côté chair appelé "croute".

#### - séchage:

Le cuir est gorgé d'eau, il faut le sécher pour le rendre utilisable.

pour cela on fixe le cuir dans un séchoir ou un tunnel.

- **dollage:**

elle consiste à la réouverture des fibres de la peau après rétrécissement, pour lui donner une certaine souplesse.

- **ponçage:**

élimination d'une couche plus ou moins importante, de la face (face ou envers), du cuir au moyen d'une ponceuse pour lui donner une forme plus lisse.

f. **Retannage au chrome:**

Les peaux tannées sont abondamment lavées avec de l'eau à 15% par rapport au poids des peaux, et un émulsifiant à 0,05%. Le retannage est un complément de tannage. Les produits utilisés sont:

15% d'eau à 37°C,

4% de chromosal B

g. **Neutralisation:**

Le cuir, à la sortie du tannage, est acide;  $\text{pH} = 3,6$  environ. Il contient de petites quantités d'acide fort qui nuiraient au vieillissement des articles finis.

La neutralisation devra donc éliminer cette acidité et préparer le cuir aux opérations suivantes de retannage, teinture, nourriture.

elle est réalisée par addition de formiate, bicarbonate, sulfite et autres produits de neutralisation et se pratique au foulon.

h. **Teinture:**

Elle a pour but de colorer le cuir en fixant chimiquement des colorants

la fibre, les produits utilisés sont:

- \* Eau à 55°C à 200% , L'ammoniac à 1% tourner 10mn,
- \* Préparation des colorants à raison de 6% , tourner 1 heure à 1 heure 45mn.

### J. Nourriture :

Elle consiste à faire absorber au cuir des quantités variables de matières grasses, dans le but de donner de la souplesse au cuir et de lui conférer une certaine imperméabilité. Les produits utilisés sont :

- \* Eau à 50-55°C à 200%.
  - \* Un mélange de : sandosi SPE 2%, Dermalix C pâte 2%, Sandblix wool 2%.
- La nourriture et la teinture se fait dans le même bain.

### K. Acidification :

toujours dans le même bain on ajoute :

- de l'acide formique à 0,50% par rapport au poids du cuir (rotation 15mn).
- un anti-moisissure, K1111 à 0,25% par rapport au poids du cuir (rotation 15 mn), Le vidange du bain se fait à 14h.

L'acidification a pour but de fixer les colorants.

### III.3.3 Opération de finissage :

ensemble des opérations terminales de fabrication du cuir, qui lui confèrent une bonne présentation et un aspect définitif.

L'atelier de finissage est composé de deux parties :

- a. finissage 1
- b. finissage 2.

#### a. finissage 1 :

c'est l'étirage et la fixation à plat sur des cadres métalliques

perforés en vue de la sèche du cuir, mis en humeur et assoupli par palissonnage. dans cette opération on à deux types de cadrages: cadrage à sec, cadrage humide.

#### b. Finissage 2:

Il est composé de plusieurs opérations:

##### - pigmentation:

c'est une machine dans laquelle on fait passer la peau pour la colorer avec un composé de produits chimiques (pigments + colorants):

##### - fini-flex:

c'est une machine dans laquelle la peau passe entre deux cylindres dont l'un est chauffant (utilisé surtout pour le Nappa).

##### - Roto-presse:

presse en continu (utilisé pour les chaussures et les semelles).

##### - Lisseuse:

Le lissage résulte d'une action combinée de frottement et de pression très forte. il ya un échauffement instantané et superficiel intense qui communique un grand brillant et un toucher lisse.

##### - Emballage:

Le cuir est prêt à être commercialisé, pour la fabrication des articles (vêtement, chaussures, articles divers, ...).

### III.4 Produits chimiques consommés:

La mégisserie est une industrie qui est basée en majeure partie sur l'utilisation des divers composés chimiques, en forte quantité, dans plusieurs procédés de fabrication, en particulier dans les bains de tannage et de peignage.

Les produits chimiques utilisés au sein de L'ENIPEC et leur quantités sont résumés dans le tableau 2.

### III.5 Consommation en eau :

#### III.5.1 Utilisation de l'eau dans L'Unité :

L'alimentation en eau de la mégisserie est assurée par la Sonade (société nationale de distribution des eaux potables et industrielles), à partir de forages effectués dans la nappe de Mitidja Est. Le bureau yougoslave qui a réalisé l'étude a donné comme débit de dimensionnement de la conduite principale  $Q = 21,53 \text{ l/s}$ . Le débit moyen adopté pour l'alimentation du processus technologique est de  $18,75 \text{ l/s}$ .

L'unité est aussi alimentée par la commune de Rouiba. L'absence des compteurs d'eau ne permet pas d'évaluer exactement la quantité d'eau consommée.

Les valeurs fournies par le bureau technique de l'unité, sont basées sur des estimations pour une production journalière de 6000 peaux.

Le tableau 3 donne la répartition d'eau consommée dans chaque opération de production.

#### III.6 Réseau d'assainissement et évacuation des eaux usées :

L'évacuation des eaux résiduaires se fait par un système d'égout unitaire.

Les eaux de trempes sont canalisées actuellement par un système de by-pass de la station d'épuration, d'où elles sont acheminées vers l'égout principal.

Les autres effluents de l'atelier se déversent dans des caniveaux réalisés de telle sorte que l'eau s'écoule par gravité à l'intérieur de l'atelier humide où elles rejoignent l'égout principal.

40

DESIGNATION	unités	ANNÉE 1984		OPTIMUM/6000 Peaux		Valeurs contractuelles	
		JOUR	ANNÉE	JOUR	ANNÉE	JOUR	ANNÉE
Mise en trempe	Pces	8289	2072338	6000	1500000	10000	2500.000
Eau	M <sup>3</sup>	960	—	770	192.500	2300	575.000
Sel	Kg	1350	337.000	840	210.000	—	—
Autres sels	Kg	760	190.000	—	—	—	—
sulfate de chrome	Kg	1026	256.579	900	225.000	100	275.000
sulfure de sodium	Kg	800	197.000	300	75.000	800	197.000
chaux	Kg	925	230.000	630	157.500	200	300.000
pétrole	L	1100	275.000	1228	307.000	2000	500.000
Huiles	Kg	320	80.000	365	92.000	—	—
Colorant	Kg	110	27.000	157	39.000	—	—
Mouillant	Kg	280	70.000	185	46.000	—	—
Acides	Kg	330	82.000	240	60.000	—	—

TABLEAU N°: 2: CONSOMMATION EN PRODUITS CHIMIQUES dans la mégisserie de Rouiba. Source: ENIPEC.

ATELIERS / OPÉRATIONS	QUANTITÉS M <sup>3</sup>
TREMPE:	120
- NETTOYAGE	12
- ENCHAUX	1,5
- NETTOYAGE	0,5
- NETTOYAGE MACHINE	6
PELANAGE:	90
- ÉCHARNAGE ET LAVAGE	12
- NETTOYAGE	12
- DELAINAGE	6
STATION LAVAGE DE LAINE:	0
- NEUTRALISATION	40
- LAVAGE	60
- COMPLEMENT DE CONSOMMATIONS	150
TANNAGE	50
RETANNAGE	50
FOURURE	150
CONSOMMATION DOMESTIQUE	50
TOTAL GÉNÉRAL =	960

TABLEAU N° 3: Consommation En eau pour une capacité de 6000 peaux / JOUR. Source: ENIPEC

Les eaux domestiques provenant de la cantine et des toilettes sont également évacuées vers l'égout principal.

Les eaux résiduaires de la mégisserie de Rouiba sont évacuées dans l'oued de Réghaïa, réceptacle de toutes les eaux urbaines ou industrielles.

Cet oued se déverse ensuite dans le lac naturel de Réghaïa, qui connaît une accumulation graduelle de polluants de toutes sortes.

### III.7 Pollution engendrée par l'unité:

Le processus de fabrication décrit précédemment entraîne des rejets qui sont continus (c'est le cas des eaux de lavages et de trempes) et des rejets discontinus provenant du vidange des différents baignoires et ce suivant la succession des différentes étapes de transformation des peaux. La connaissance des composés chimiques mise en œuvre et des constituants de la peau permet donc de déterminer la nature des effluents de la tannerie en fonction des horaires de travail sur la base du planning du procédé de fabrication en corrélation avec le circuit de l'assainissement.

Le volume d'eau usée rejeté ainsi que les différents effluents sont résumés dans le tableau 4.

D'après ce tableau les différents effluents peuvent être classés comme suit :

#### a. Effluents de la trempes :

Les eaux sont rougeâtres de par le sang contenu dans les peaux fraîches et contiennent de la saumure ( $\text{NaCl}$ ), des poils, du sable, de la crotte et autre débris végétaux retenus par la laine. Le vidange des eaux se fait

Produits utilisés	Opérations	Volume d'eau usée m <sup>3</sup> /t de peaux	Nature des effluents
Anti-ceptique, mouillant	Trempe	107,5	NaCl, sang, poils, sable
Na <sub>2</sub> S, chaux	Enchaucenage-Delainage	18,5	S <sup>2-</sup> , sels, sulfates.
Sel, carbonates, détergent	Lavage de laine	19,5	Poils, carbonates, chaux, sulfure
Lait de chaux, Na <sub>2</sub> S, NaHSO <sub>4</sub>	Pelanage	56,2	sulfures, chaux, protéines, poils
Formiate de calcium	Echarnage	8,2	Déchets de peaux, sels, protéines
Enzymes oropon	Déchaulage-confitage	3,75	chaux, acides, graisses, enzymes
Pétrole	Dégraissage	0,75	Pétrole, graisses
sels, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Acide formique, sulfate de chrome	Picklage - tannage	2,0	NaCl, acide, chrome, matière dissoute
sulfate de chrome, anti-ceptique, émulsifiant	Lavage	6,2	sels de chrome, sulfate, émulsifiant
Sel de chrome	Retannage	5,6	sel de chrome, matière dissoute
Ammoniaque, acides, colorants	Teinture	1,1	colorants, Acides, .....
Huiles, sulfonées, sulfitées	Nourriture	4,2	Huiles, graisses, colorants
Eau chaude	Finissage	4,2	colorants, huiles, .....

TAB N° 4. Volume des rejets et nature des effluents.

Le matin.

#### b. Effluents de lavage de la laine et de pelanage :

L'opération lavage de la laine se fait dans des bassins, le vidange est réalisé toutes les 8 heures .

Les foulons de pelanage sont vidés de 6h à 10h, ces eaux sont très polluées et dangereuses de par leur toxicité due au sulfure. en effet ces eaux contiennent en plus de sulfure, une grande quantité de chaux libre, de sel de carbonate, détergent, poils et protéines dissoutes elles sont fortement alcalines et leur PH il est entre 11-12 .

#### c. Effluent de déchaulage et confitage :

Il contient de la chaux, des acides et des protéines dont les graisses, Kératines, enzymes ces eaux ont une réaction acide.

#### d. Effluents picklage et tannage :

cet effluent est riche en matières dissoutes tels les sels de chrome, des acides et des composés en suspension, Il a une réaction acide, ces eaux sont verdâtres foncées .

#### e. Effluents de dégraissage et nourriture :

Ils contiennent des huiles, pétroles, graisses, des sels de chrome, colorants, ces eaux sont généralement noirâtres.

# **CHAPI TRE 4 :**

## **EVALUATION DE LA POLLUTION ENGENIEREE PAR L'UNITÉ**

#### IV.1 Prélèvement et échantillonnage :

Avant de procéder au traitement des eaux résiduaires, il est nécessaire de déterminer les charges polluantes. par des mesures physiques et chimiques, nous évalueront la pollution des rejets en analysant les différents paramètres que nous définissons après.

L'absence des moyens de prélèvement à fait que l'on a adopté la méthode manuelle (à la main) qui est choisie en fonction de l'organigramme de production et des rejets, de telle sorte que l'échantillon final soit représentatif. Aussi les prélèvements se sont faits à des heures différentes, aux trois endroits distincts comme nous le montre le plan d'assainissement figure 2.

$P_A$ : Point de rencontre des eaux de trémie, juste à la sortie de l'atelier, à partir d'un petit canal.

$P_B$ : Point de rencontre des eaux de tannage.

$P_C$ : Point de sortie principal de toutes les eaux résiduaires.

Ces échantillons ainsi constitués doivent faire l'objet de déterminations analytiques adoptées permettant d'obtenir le maximum de renseignements sur les polluants présents et d'étudier leur mode de traitement.

#### IV.2 Paramètres de pollution et méthodologie :

L'étude de la pollution des eaux requiert des paramètres indicateurs du niveau de pollution (d'altération) par rapport à l'eau naturelle n'ayant pas subi de transformations industrielles ou autres.

Ces paramètres physiques, chimiques ou biologiques expriment

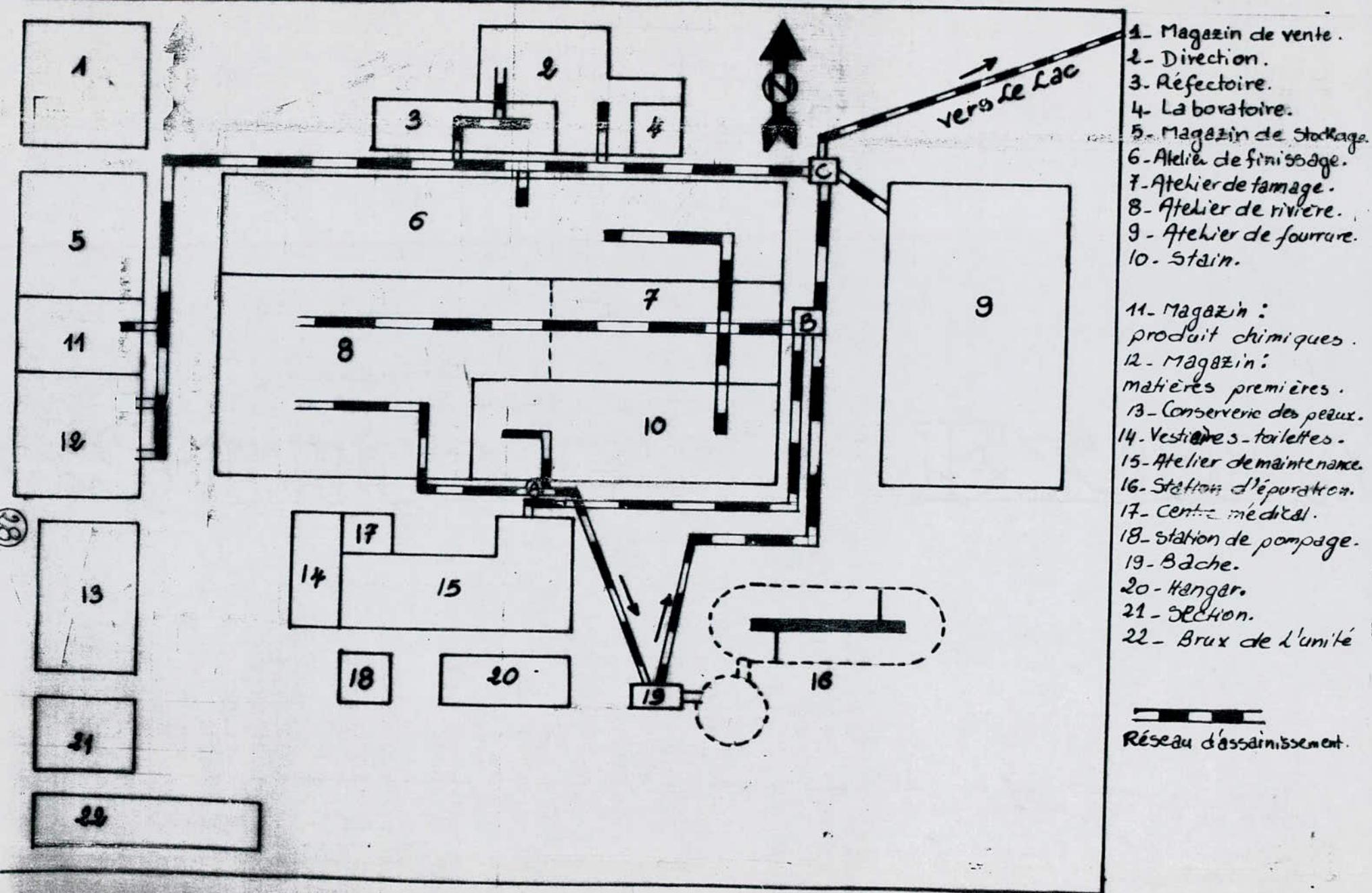


Fig. 1. Plan d'assainissement et points de prélèvement. (ENIPEC)

Les modifications de l'eau, celles-ci peuvent être classées en :

- modification organoléptique : aspect, odeur, couleur .
- modification physico-chimique : T°C, PH, .....
- modification chimique :
  - \* apport de substances inorganiques : principalement les produits entrant dans les réactions de transformation .
  - \* apport de substances organiques : notamment dans l'industrie de la tannerie ( poils, épiderme, sang, ..... ) (10).

Dans le cas des eaux résiduaires de tannerie nous étudierons les paramètres qui nous semblent importants par leur degrés significatifs et qui sont les suivants :

- Température :

Il est important de connaître la température de l'eau à analyser avec une bonne précision ; en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du PH et dans le développement des micro-organismes .

La solubilité de l'oxygène dans l'eau varie inversement avec la température . un état de fermentation est favorisé quand la température croît (11) . La mesure a été faite dans le laboratoire de production de l'unité .

- PH :

Le PH est un facteur important dans le développement des micro-organismes .

La détermination a été faite in situ lors des prélèvements d'échantillons à analyser à l'aide d'un PH-mètre.

- M.T.S : (matières totales en suspension)

ce sont les matières déterminées par évaporation d'une eau brute tamisée, par une calcination à  $525 \pm 25^\circ\text{C}$  pendant deux heures on obtient la fraction minérale des matières totales dans la prise d'essai.

Par différenciation on obtient la fraction organique dans la prise d'essai (12).

- M.E.S: (matières en suspension).

Les matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires constituent un paramètre important, qui marque généralement bien le degré de pollution d'un effluent industriel, les matières en suspension théoriquement, ce sont les matières qui sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdal.

ces matières en suspension comportent des matières organiques et des matières minérales (13).

- M.V.S: (matières volatiles en suspension)

cette mesure permet d'apprécier grossièrement le poids des micro-organismes bien qu'il ne soit tenu compte que des matières organiques mortes et de synthèse (14).

- chlorures:

à partir d'une teneur de  $50\text{mg/l}$  les chlorures sont susceptibles d'amener une corrosion dans les conduites d'évacuation et les ouvrages de traitement notamment pour les éléments en acier inoxydable. une concentration très élevée (soit  $3\text{g/l}$ ) peut affecter certaines analyses (cas de la D.C.O par exemple).

L'inconvénient des chlorures c'est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium (15).

- D.C.O : (Demande chimique en oxygène)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène exprimée en mg, consommée par les matières oxydables d'un litre d'échantillon. Cette détermination est effectuée par attaque oxydante brutale et dosage en retour de l'excès d'oxydant. La D.C.O n'a donc pas de points de comparaison avec la demande en oxygène dans le milieu naturel, mais elle est précieuse car insensible aux présences de toxique et reproductible pour l'évolution des réducteurs minéraux ou organiques (15).

- D.B.O<sub>5</sub> : (Demande Biochimique en oxygène)

La demande biochimique en oxygène est un test qui vise à déterminer la quantité de matières organiques biodégradables par la mesure de la quantité d'oxygène consommée par les divers micro-organismes responsables de la métabolisation des substances organiques présentes dans l'eau usée pendant une certaine durée (16).

- Sulfures :

Les sulfures sont connus pour leur extrême toxicité vis-à-vis des micro-organismes et participent dans le mécanisme biologique de dégradation des conduites et ouvrages en béton (corrosion).

Au laboratoire, notre principe de détermination, basé sur une méthode titrimétrique consistait à précipiter les sulfures sous forme de sulfure de zinc en présence d'acétate de zinc, le précipité réagit

en présence d'iode, l'excès d'iode est titré au thio-sulfate (11).

- chrome  $Cr^{3+}$ :

A concentration élevée le chrome trivalent peut avoir des effets néfastes sur le milieu naturel. La détermination de la concentration en ion  $Cr^{3+}$  de l'échantillon a été faite par la méthode iodométrique (11).

#### IV.3 Résumé des résultats connus à ce jour:

Afin de bien cerner le problème de pollution de l'unité et de connaître avec une certaine précision et sur une longue durée la composition et les teneurs des effluents, nous avons d'abord consulté les travaux effectués antérieurement (17, 4, 2) pour essayer de dresser un tableau récapitulatif et d'effectuer certaines comparaisons.

Dans le tableau 5 nous reportons pour les différents paramètres les valeurs déterminées.

Les points de prélèvements sont:

$P_2$ : rejet mixte (toutes les eaux de fabrication);

$P_4$ : Point de rencontre des eaux de trempe.

$P_3$ : Point de rencontre des eaux de tannage.

Paramètres	Etude 1 (7)		Etude 2 (4)		Etude 3 (2)		
	du 8-3-80 au 15-3-80 P <sub>2</sub>	du 8-3-80 au 15-3-80 P <sub>1</sub>	2-5-77 P <sub>3</sub>	2-5-77 P <sub>2</sub>	du 18-4-87 au 2-6-87 P <sub>1</sub>	du 18-4-87 au 2-6-87 P <sub>3</sub>	du 18-4-87 au 2-6-87 P <sub>2</sub>
T °C	18-23	17-19	19-21	18-20	17-20	20-24	19-21
PH	8-11	6,5-7,5	7,5-7,8	8,5-10,5	10-11	6-8	7-9
D.C.O mg/l	4857,5	2175,1	3695,8	2670,9	2414	2911	2331,2
D.B.O <sub>5</sub> mg/l	1325,6	1652,8	1365,9	1062,8	522,5	552,5	562
Cr <sup>3+</sup> mg/l	157,6	—	4270	132	0,3	337,4	91,75
S <sup>2-</sup> mg/l	—	299,3	365,6	—	12,8	44,18	20,4
M.E.S mg/l	2902,6	1437,7	941,8	1571,8	1611	1837,2	1957
M.V.S mg/l	58,72%	57,5%	—	—	1857,2	2830	2528,2
Volum <sup>total</sup> d'eau usée m <sup>3</sup> /j.pour	—	—	—	—	237,7	237,7	237,7

1/3.5 Recensement des mesures effectuées à ce jour.

#### IV.4 Résultats obtenus dans le cadre de ce travail.

Résultats d'analyse de quantification <sup>réle</sup>.

une partie de nos analyses ont été effectuées au laboratoire de notre département, et l'autre partie au Laboratoire de chimie-tannerie à L'ENEDIM (Boumerdes).

Les résultats des analyses obtenues sont résumés dans le tableau 6.

Nous rappelons que les différents prélèvements proviennent des points suivant :

- point 1 : à la sortie de l'atelier rivière.
- point 2 : à la sortie de l'atelier de tannage.
- point 3 : à l'amont du collecteur principal

\* Les rejets des eaux domestiques sont évacués dans le collecteur principal.

#### IV.5 Normes des rejets.

Il n'existe pas de réglementation officielle concernant le rejet des effluents industriels en ALGERIE, mais c'est des simples recommandations utilisées surtout dans les zones industrielles (Reghaïa, Rouiba, Sétif, Sidi-Belabbes, ...).

dans ce cas on a adopté des normes françaises qui s'approchent un peu des normes fixées par L'O.M.S.

Paramètres	Date des prélèvements: 15-11-87 Point de Prélèvement: P <sub>1</sub> (rejet de la trempe)				Date des prélèvements: 22-11-87 Point de prélèvement: P <sub>2</sub> (rejet de tannage)				Date des prélèvements: 22-11-87 Point de Prélèvement: P <sub>3</sub> (rejet mixte)			
	9 <sup>h</sup> 00	11 <sup>h</sup> 00	13 <sup>h</sup> 00	16 <sup>h</sup> 00	9 <sup>h</sup> 00	11 <sup>h</sup> 00	13 <sup>h</sup> 00	16 <sup>h</sup> 00	9 <sup>h</sup> 00	11 <sup>h</sup> 00	13 <sup>h</sup> 00	16 <sup>h</sup> 00
T° C	18	18	18	18	16	21	20	22	19	20	20	20
PH	11,8	10,8	10,2	11,8	6,5	7,2	8,2	8,4	8,4	8,6	8,7	8,4
D.C.O mg/l	3116,9	2088,5	3029,6	3783,04	279,6	488	435,9	748,4	2878,1	1560	1776,4	2327
Cr <sup>3+</sup> mg/l					126	113	88	75	traces	''	''	''
S <sup>2-</sup> mg/l	608,8	283,8	113,52	29,24					47	31	19	13
M.E.S mg/l	4400	1520	1550	1500	2580	1640	2480	440	1960	1720	1920	940
M.T.S mg/l	8000	12400	11600	10500	4200	8800	4600	4400	6900	5500	4400	7400
M.V.S mg/l	2800	1120	6050	4820	840	1560	1780	1180	3520	3180	3080	680
chlorures mg/l	6674	2840	3727,5	1704	852	823,6	1718	1491	1732,4	2556	2846	362

TAB.6

Evolution journalière des charges polluantes.

Le tableau.7 nous resume les valeurs limites.

#### IV.6 Discussions et interprétations des résultats.

Les échantillons prélevés au cours des trois campagnes, nous donnent quelques renseignements sur la pollution des eaux résiduelles de la mégisserie.

pour compléter nos résultats et avoir plus de renseignements aussi bien qualitative que quantitative concernant la charge polluante, nous avons repris les valeurs déjà obtenues au cours des analyses qui ont été faits par d'autres études dans le même contexte.

Les conclusions tirées des résultats obtenus pour les différents paramètres étudiés sont les suivantes :

##### 1. La variation du PH.

on observe des légères fluctuations du PH au cours de la journée. ces fluctuations sont dues aux divers composés chimiques utilisés dans les diverses opérations de fabrication et aux différents rejets intermittents.

le PH de l'effluent du (P), varie de 10-12 cette basicité est due principalement au rejet de pelanage - épilage où l'utilisation de la chaux est abondante, alors qu'en (P)

Paramètres	Valeurs
T° [C]	30
PH	6,5 - 8,5
oxygène dissous en aval du rejet [mg/l]	5
M.E.S [mg/l]	20 - 100
D.B.O <sub>5</sub> [mg/l]	10 - 50
D.C.O [mg/l]	75 - 120
Azote (NH <sub>3</sub> ) [mg/l]	10 - 30
Cr <sup>+3</sup> [mg/l]	0,2 - 2
S <sup>-2</sup> [mg/l]	0,1 - 10
Phénols [mg/l]	0,1 - 3

TAB. N° 7 Normes pour un rejet en rivière  
(milieu naturel).

L'effluent est presque neutre à cause du mélange du mélange du rejet de tannage avec une partie des eaux de rivière (basique).

Les eaux du collecteur principal ( $P_3$ ) sont pratiquement neutres.

\* par rapport aux valeurs obtenues dans les autres analyses le pH varie d'une étude à l'autre mais reste globalement caractéristique de l'effluent considéré.

## 2. Concentration en sulfures ( $S^{2-}$ ).

On note la présence de forte concentration en sulfures dans l'effluent de rivière, due principalement à l'utilisation excessive des sulfures dans le bain de pelanage-épilage. Ainsi ces valeurs trouvées dépassent largement les teneurs prescrites dans les normes.

par contre dans les autres effluents la concentration en sulfures est négligeable par rapport à celle trouvée dans les eaux de rivière, mais elle présente toujours un danger néfaste pour l'émissaire.

## 3. concentration en chrome ( $Cr^{3+}$ ).

La présence de forte concentration en sels de chrome trivalent dans l'effluent ( $P_2$ ) provient uniquement de l'opération de tannage qui utilise des quantités abondantes en sels de chrome, une

partie de cette quantité est absorbée par les peaux, l'autre partie non épuisée est rejetée lors du vidange, ce chrome perdu possède non seulement une toxicité non négligeable, mais provoque aussi une perte financière assez importante.

\* on comparons nos résultats avec les autres concentrations du sulfures et du chrome trouvées dans les trois études, nous remarquons parfois des différences notables, mais quelle que soit l'étude considérée, la concentration en sulfure reste très élevée et présente un réel danger qui persiste depuis des années.

#### 4 - Odeurs.

Les effluents trempé et pelain dégagent des odeurs désagréables qui empestent l'air ambiant, cette pollution atmosphérique à l'intérieur de l'atelier de production agit dangereusement sur l'état de santé des travailleurs.

#### 5 - Température.

La température des rejets, elle varie généralement entre 18-20°C, ces valeurs ne présentent aucun danger néfaste sur l'environnement et le milieu naturel (récepteur).

## 6. Chlorures.

On les retrouve dans toutes les eaux de rejet à des quantités variables.

dans l'effluent du point (P<sub>1</sub>) les eaux contiennent une très grande quantité en chlorures, elles proviennent généralement du bain de la trempe, où s'effectue le reverdissage des peaux, ces dernières libèrent une importante quantité en NaCl.

dans les autres effluents (P<sub>2</sub>) et (P<sub>3</sub>) la quantité des chlorures est presque la même.

Ces teneurs peuvent être pratiquement considérées comme étant trop forte et peuvent exercer une inhibition sur l'activité des micro-organismes.

## 7. Les matières en suspension (M.E.S).

Les matières en suspension proviennent généralement de l'atelier de rivière (d'épilage et de l'écharnage) où s'effectue l'élimination des poils, de l'épiderme et les matières fixées sur la peau.

## 8. Les matières volatiles (M.V.S) et les matières dissoutes (M.T.S)

Les matières volatiles se retrouvent dans tous les effluents

à des teneurs élevées et sont dues à la présence de matières organiques issues de la transformation de la peau au niveau de la rivière (écharnage) où une partie des protéines et de déchets de la peau sont débarassées par l'action d'écharnage.

Il est de même pour les matières dissoutes, qui se retrouvent dans tous les effluents à des teneurs élevées ceci résulte de l'utilisation excessive des composés chimiques (Sels, anti-septique, sels de chrome, sulfate de chrome, etc...) dans les opérations de tannage et de retannage.

\* ce qui concerne les variations du M.E.S et M.V.S, on remarque qu'il y a une certaine approche entre les résultats obtenus dans les trois études et les valeurs trouvées.

## 9. D.C.O

Il a été constaté une forte variation de la D.C.O entre le point de prélèvement ( $P_2$ ) et les points ( $P_3$ ), ( $P_1$ ).

Les concentrations élevées, en charge polluantes, dans l'effluent  $P_1$  (Pelain) traduisent la aussi le caractère très polluant du travail de rivière dans les tanneries.

dans les points ( $P_1$ ) et ( $P_3$ ), on remarque que les valeurs de la D.C.O sont considérables à 9<sup>h</sup> et 16<sup>h</sup>. en effet, ces heures coïncident avec une intense activité du pelain.

\* par comparaison avec les études antérieures les résultats de nos analyses sur les rejets de tannage sont trop faibles et méritent d'être revues. Il est toutefois clair que ces analyses dépendent des heures de prélèvement car les vidanges des foulons se font de manière intermittentes.

Le rinçage et la dilution des bains et des rejets jouent aussi un important rôle et rendent de telles comparaison souvent impossible. on voit ici clairement la nécessité de procéder à des analyses très fréquentes et sur de longue durée.

# **CHAPITRE 5 :**

## **TRAITEMENTS ÉTUDIÉS**

## V Traitements étudiés

L'évaluation de la charge polluante de l'unité nous a permis de constater que les rejets de L'ENIPEC sont entre autres excessivement chargés de sels de chrome et de sulfures très toxiques. une possibilité de réduction de cette charge polluante consiste en une régénération et élimination du chrome et des sulfures.

### V.1 Régénération des sels de chrome.

Le tannage ayant pour but de faire absorber par la peau une quantité définie de matière tannante et de l'y fixer, la caractéristique principale du bain de tannage sera son épuisement à la fin de l'opération, malheureusement ce n'est pas le cas, car les sels de chrome, se retrouvent dans les eaux usées à 30 ou 40% de la quantité utilisée initialement.

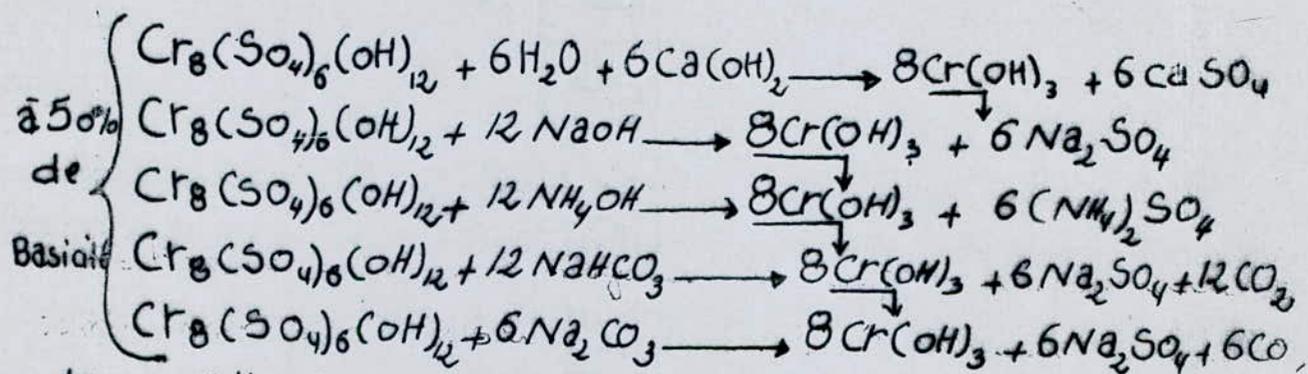
Le procédé technique lui même ne permet pas un épuisement total des bains (6).

#### V.1.1 Principe du procédé de récupération.

Le principe consiste en une séparation du chrome par précipitation sous forme d'hydroxyde insoluble, Après filtration l'hydroxyde est redissous à l'état de sulfate.

Le bain résiduaire de tannage est donc récupéré, tamisé ou décanté pour éliminer les déchets solides, puis analysé (pH, basicité, teneur en chrome) afin de déterminer les conditions de précipitation de l'hydroxyde de chrome pour la précipitation. Divers produits alcalins peuvent être employés : La chaux, la soude, l'ammoniaque, les bicarbonates et carbonate de sodium, ce dernier est le plus utilisé par ce que c'est un réactif qui donne un précipité plus volumineux et à prix de revient assez bas.

La précipitation peut être donnée par les réactions suivantes :



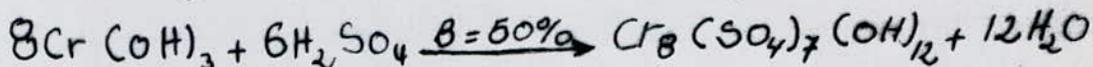
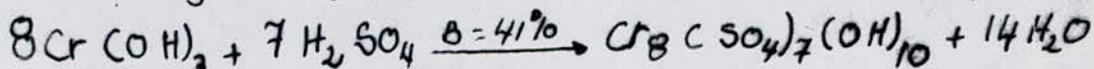
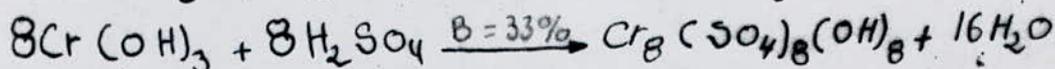
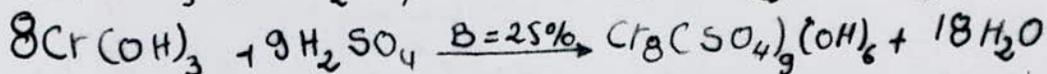
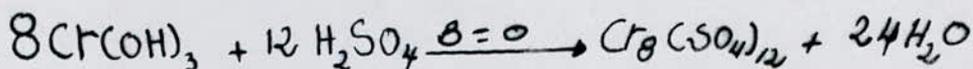
la quantité du précipité obtenu par les réactions dépend de plusieurs facteurs :

- du choix de l'agent alcalin en fonction de son coût, des produits de réaction obtenu (sels minéraux), de la vitesse de sédimentation et du volume du précipité ;
- des conditions de l'opération : pH atteint, vitesse d'addition de l'alcalin (celle doit être faible), temps de sédimentation, température.

L'hydroxyde est alors filtré et le "gâteau" obtenu est redissous.

à l'aide de l'acide sulfurique en quantité calculée pour une liqueur de basicité déterminée.

dans les réactions suivantes on utilise différentes basicités pour des quantités calculées en acide sulfurique :



L'affinage de la basicité à la valeur désirée est réalisée, après détermination analytique, par addition de carbonate de sodium (6).

## V.1.2 Description de l'installation

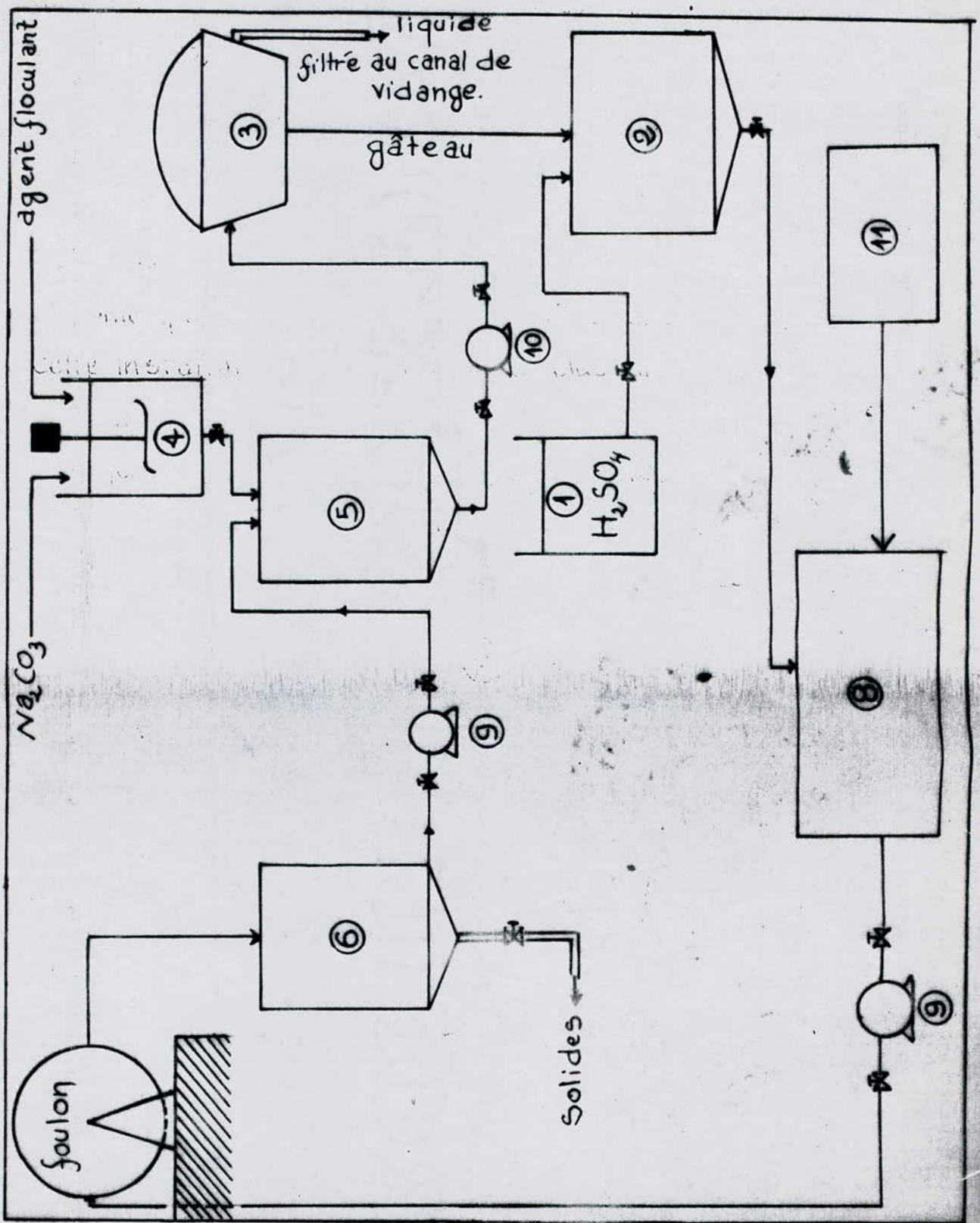
Le schéma de l'installation de récupération des sels de chrome que nous avons étudiée est donnée en figure.3.

cette installation est composé de plusieurs blocs :

### — Recueillement et stockage :

une fois fini le processus de tannage, le liquide est extrait du foulon est déversé dans le bassin de stockage qui est le decanteur (6) et qui sert à la sédimentation des particules solides.

Fig N°3 installation de régénération des sels de chrome



### - Précipitation :

les eaux décantées seront acheminées par une pompe ⑨ vers une cuve de stockage ⑤ où se fait la précipitation, à l'aide d'un agent alcalin contenu dans le bassin ④, ce dernier est pourvu d'une valve qui sert au réglage du débit de la solution de carbonate de sodium, l'agitation du mélange se fait par un agitateur mécanique d'une façon adéquate pour permettre une bonne précipitation.

Lors de la partie finale on ajoute l'agent de floculation qui améliore la décantation. en dernier lieu on élimine l'eau surnageante, et la boue est transportée à la cuve du filtre à vide moyennant une pompe à diaphragme ⑩ pour éviter la cassure du floculé.

### - filtration :

Cette opération est effectuée par un filtre rotatif de vide à la sortie du filtre, le filtrat est mélangé avec les autres effluents, tandis que le gâteau d'hydroxyde formée. sera repris et placé dans une cuve ② afin d'être dissous par l'acide sulfurique provenant du bassin ①. La solution mélangée sera soumise à une agitation d'une façon adéquate.

La liqueur ainsi formée, est transportée par un tuyau vers une cuve de stockage ⑧, où elle sera ajustée (la basicité, teneur en chrome), avant sa réutilisation à nouveau dans l'opération de tannage on lui ajoute une quantité du sel

de chrome fraîche (11) pour compenser la qualité perdue au cours de la transformation du cuir, Le mélange sera une deuxième analysé (concentration, basicité) est contrôlé avant l'emploi la liqueur contrôlée sera transportée vers le foulon par l'intermédiaire d'une pompe centrifuge (9).

### V.1.3 Dimensionnement de l'installation.

Le dimensionnement de l'installation est basé sur des données pratiques obtenues au cours d'une étude qui a été faite au niveau d'une tannerie en ARGENTINE.

Avant d'entamer le dimensionnement on a préféré de donner quel ques renseignements sur le processus de tannage.

Les données premières concernant les caractéristiques des processus de tannage et retannage (volume, concentration ....) sont résumées dans le tableau 8. suivant (20).

le dimensionnement de l'installation est le suivant:

#### 1. Bassin de stockage ou de décantation:

\* débit journalier à été estimé à  $Q_J = 8.10 \text{ m}^3/J$

\* débit moyen:  $Q_m = Q_J/24 = \frac{10}{24} = 0,42 \text{ m}^3/h = 914 \text{ l/s}$ .

\* débit de pointe:  $Q_p = C_p \cdot Q_m$ .

Production mensuelle de cuir en tripe	216.000 kg
Sels de chrome utilisé (mensuel)	3750 kg
Bain total résiduaire du tannage + retannage	240 - 300 m <sup>3</sup>
Concentration moyenne bain de tannage + retannage (Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4,375 g/l
quantité de Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> récupérable en tannage + retannage.	997,5 kg → 26,8 %
quantité de Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> consommé dans le bain	275,2 kg → 73,2 %

TAB. N° 8 Les caractéristiques des processus de tannage et retannage.

- \* poids des peaux en tripe (sans laine) = 1,2 kg
- \* poids des peaux avec laine = 2 kg

avec  $C_p = 3$  puisque  $Q_m < 2,8 \text{ l/s}$ .

d'où  $Q_p = 3 \cdot 0,42 = 1,26 \approx 1,3 \text{ m}^3/\text{h}$ .

le temps de séjour  $t_s$  (donné par la littérature)

$$1 \text{ h} < t_s < 2 \text{ h}.$$

on prend !  $t_s = 2 \text{ h}$ .

\* volume du bassin :  $V = Q_p \cdot t_s = 1,3 \cdot 2 = 2,6 \text{ m}^3$

\*\* surface de bassin :  $S = Q_p / v_s$

$v_s$  (vitesse ascensionnelle) =  $1,00 \text{ m/h}$  d'après la littérature pour un débit moyen.

$$\text{d'où } S = \frac{1,3}{1} = 1,3 \text{ m}^2, \quad S = L \cdot l \Rightarrow \begin{cases} L = 1,3 \text{ m} \\ l = 1 \text{ m} \end{cases}$$

\*\*\* hauteur du bassin :  $H = t_s \cdot v_s = 1 \cdot 2 = 2 \text{ m}$ .

## 2 - Bassin de précipitation.

\* Le débit journalier !  $Q_{J_2} = 8 \text{ m}^3/\text{J}$ .

\* débit moyen :  $Q_m = \frac{8}{24} = 0,33 \text{ m}^3/\text{h}$ .

\* débit de pointe :  $Q_p = C_p \cdot Q_m = 3 \cdot 0,33 = 0,99 \approx 1 \text{ m}^3/\text{h}$

temps de séjour total c'est le temps de décantation.

on prend !  $t_s = 2 \text{ h}$ .

$H$  est fixée à  $1,5 \text{ m}$

d'où ! \* volume du bassin :  $V = Q_p \cdot t_s = 1 \cdot 2 = 2 \text{ m}^3$

\*\* surface de bassin :  $S = V/H = 2/1,5 = 1,3 \text{ m}^2$

— les caractéristiques du processus de précipitation ont été déterminées par rapport à des données pratiques.

\*  $\frac{\text{volume précipité}}{\text{Volume total à précipiter}} = 0,25$  , volume à précipiter =  $8 \text{ m}^3$

d'où:  $\text{Volume précipité} = 0,25 \cdot 8 = 2 \text{ m}^3$ .

\*\* Le temps de réaction (précipitation) =  $86 \text{ min} \approx 1 \text{ h } 30$ .

\*\*\* La température optimale  $45^\circ - 50^\circ \text{C}$ .

\*\*\*\* La quantité de l'agent alcalin nécessaire elle est de  $\frac{1}{10}$  par rapport à la quantité à précipité

pH final entre 7,5 - 8,5.

\* Après le processus de précipitation on ajoute l'agent de floculation (Les plus utilisés sont les polyélectrolytes, c.à.d. des macromolécules à longue chaîne possédant des charges électriques ou des groupements ionisables). et on laisse reposer pour la decantation:  $t_s = 2 \text{ h}$  (20).

### 3. Filtre rotatif:

Le volume à filtré est de  $6 \text{ m}^3$

suivant des données expérimentales on a pu déduire les caractéristiques du filtre:  $45^\circ - 50^\circ \text{C}$

La surface du filtre est de  $10 \text{ m}^2$

\* La durée fonctionnelle du filtre est de 5 à 6 h.

\* Le volume filtré par heure:  $2,35 \text{ m}^3$ .

\* La capacité de filtration ( $\text{kg}/\text{m}^2/\text{h}$ ) est de 10 à 30.

c.à.d. c'est la quantité en kg de matières en suspension retenues par  $\text{m}^2$  de surface par heure.

\* La résistance massique à la filtration sous 0,5 bar.

$$r_{30,15} = 10^{10} (\text{au/g}) \text{ ou bien } 10^7 (\text{s}^2/\text{g}).$$

\* L'épaisseur du gâteau obtenu avoisine de 7 mm.

\* Les gâteaux obtenus titrent entre 30 à 40% de matières sèches.

\* La consommation énergétique est comprise entre 60 et 80 w.h par kg de matières sèches traitées. (6).

#### 4- Bassin de dissolution.

on suppose que 50 à 60% du volume total a été filtré :

on aura donc un volume final  $V_f = 2,4 \text{ m}^3$ .

$$* \quad \varphi_{J_s} = 2,4 \text{ m}^3/\text{J}$$

$$* \quad \varphi_m = \frac{2,4}{24} = 0,1 \text{ m}^3/\text{h}.$$

$$* \quad \varphi_p = 0,1 \cdot 3 = 0,3 \text{ m}^3/\text{h}.$$

on fixe  $H = 1,5 \text{ m}$ .

temps de séjour c'est le temps de dissolution qu'est compris entre  $t_s = 2 - 3 \text{ h}$ .

$$\text{d'où } V = \varphi_p \cdot t_s = 0,3 \cdot 3 = 0,9 \text{ m}^3$$

$$* \text{ surface de bassin : } S = V/H = 0,6 \text{ m}^2.$$

#### 5- Bassin de stockage de la liqueur régénérée.

on fixe :

$$\text{Le volume du bassin : } V = 5 \text{ m}^3$$

$$\text{et la hauteur du bassin : } H = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{d'où : on a } S = V/H = \frac{5}{1,5} = 3,3 \text{ m}^2$$

## 6- Cuves de carbonate de sodium et de l'acide sulfurique.

pour ces deux cuves on prend les mêmes dimensions:

on fixe

\* capacité de la cuve:  $V = 3 \text{ m}^3$

\* hauteur de la cuve:  $H = 1,5 \text{ m}$

d'où on aura la surface:  $S = \frac{3}{1,5} = 2 \text{ m}^2$ .

\* Le diamètre des tuyaux est fixé:  $\phi_e = 200 - 300 \text{ mm}$

Exemple pratique:

en prenant comme hypothèse:

\* basicité résiduaire =  $50^\circ \text{Sch}$ .

\* basicité initiale à retrouver:  $33^\circ \text{Sch}$ .

\* réactifs: carbonate de sodium et acide sulfurique purs.

pour 1 kg d'oxyde de chrome résiduaire il faudra:

- 1,05 kg de carbonate de sodium pur;

- 1,3 kg d'acide sulfurique pur.

Le taux de récupération du chrome résiduaire est de 98%,

Le rejet est donc pratiquement nul (6).

dans notre cas la quantité de  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  récupérable est de  $977,5 \text{ kg/mois}$ , si on calcule la quantité récupérée pour un taux de 98% on aura donc:

$$\frac{977,5 \times 98}{100} = 957,95 \approx 958 \text{ kg/mois.}$$

## V.2 Désulfuration des bains de pelanage - épilage par la méthode d'oxydation catalytique.

### V.2.1 Introduction.

Les bains résiduaux d'épilage et de pelanage de l'industrie du cuir contiennent généralement, en fonction de la longueur du bain utilisé et des rinçages éventuels, une quantité de sulfure de sodium exprimée en grammes de  $\text{Na}_2\text{S}$  par litre de l'ordre de 2,5 à 8 g par litre. après mélange et dilution dans l'ensemble des rejets de la tannerie, la concentration en sulfure de sodium se situe entre 200 et 600 mg/l. par suite du contact avec les effluents acides, le pH du mélange diminue et l'on a alors un risque important de dégagement d'acide sulfurique  $\text{H}_2\text{S}$  dans l'atmosphère. Le tableau 9. nous donne les variations de concentration de  $\text{H}_2\text{S}$  dans l'atmosphère au-dessus de la cuve de mélange en fonction du pH et de la concentration des solutions de sulfure de sodium (6).

On imagine donc tout l'intérêt de traiter séparément les bains d'épilage - pelanage avant leur mélange avec les autres rejets de l'usine.

Le procédé de traitement le plus utilisé est la désulfuration que nous étudierons ci-après.

### V.2.2 Description du procédé.

(cm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) Concentration en H <sub>2</sub> S dans l'atmosphère	Concentration en sulfure de sodium en (mg/l)				
	PH 6	PH 7	PH 8	PH 9	PH 10
33 .....	0,14	0,27	1,54	13,7	123
100 .....	0,42	0,83	4,70	41,5	374
1000 .....	4,2	8,3	47,0	415	3740

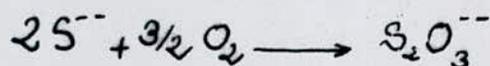
TAB N° 9. les variations de concentration de H<sub>2</sub>S dans l'atmosphère.

La désulfuration par oxydation catalytique est la technique la plus économique et actuellement la plus utilisée dans plusieurs pays et entre autre en ALGERIE, précisément dans la tannerie de DJELFA et la mégisserie de BATNA, Les installations déjà mises en fonction sont exploitables et ont données de bons résultats du point de vue économique et écologique.

C'est pourquoi nous avons songé à utiliser la même technique pour dimensionner notre installation. d'autant plus que des essais de désulfuration entrepris, toujours dans ce même contexte, à l'échelle du laboratoire avait donné de bons résultats (2).

cette technique consiste à injecter de l'air dans le bains résiduaire avec des dispositifs appropriés et cela pendant une période de 5 à 8 heures (cas théorique).

en effet, en présence d'un catalyseur approprié (un sel métallique bivalent, de l'hydroquinone, du charbon actif ou du noir de carbone), le sulfure de sodium présent dans le bain résiduaire d'épilage-pelanage est oxydé par l'oxygène de l'air. en thiosulfate, et, en quantités plus faibles, en sulfate comme nous la montre la réaction suivante :



Le thiosulfate se décompose en soufre et en sulfite avec les quels il forme un équilibre :  $S_2O_3^{--} \rightleftharpoons S + SO_3^{--}$

par l'oxydation du sulfure et la formation de trisulfate, nécessite un volume minimum d'air par gramme de sulfure  $S^{2-}$  (1g de sulfure  $S^{2-}$  correspond à 2,44g de  $Na_2S$  pur et 1g de sulfure  $S^{2-}$  correspond à 3,94 g de  $Na_2S$  à 60/62% de pureté).

cependant la quantité d'air qui réagira par rapport à la quantité d'air injectée sera essentiellement fonction du dispositif d'aération utilisé et du catalyseur.

\* Dispositif d'aération :

les équipements d'aération disponibles actuellement sur le marché appartiennent à deux types de catégories :

- Les aérations de surface ;
- Les systèmes d'aération par air surpressé.

L'utilisation d'un aérateur de surface pour le traitement d'un bain résiduaire d'épilage-pelénage n'est possible que s'il existe un bassin de stockage qui alimentera, par l'intermédiaire d'un poste de pompage, le bassin de traitement. en effet, pour obtenir de bons résultats, l'aérateur doit fonctionner à niveau d'immer constant. Il est possible d'utiliser des aérateurs flottants.

Les systèmes d'aération par air surpressé, se composent d'un générateur d'air, d'un ensemble de canalisations de répartition et de dispositifs de distribution, ils se subdivisent en trois groupes en fonction de la taille des bulles produites.

- les systèmes à fines bulles sont difficilement exploitables

pour l'oxydation des pelains par suite de la qualité élevée de matières en suspension présentes dans les bains d'épilage-pelange. ils présentent en outre l'inconvénient de favoriser fortement la formation de mousses lorsque l'on traite des bains contenant des protéines.

— Les systèmes à moyenne bulles ont un rendement d'oxydation inférieur. La taille des bulles est généralement donnée par des diffuseurs à clapet vibrant dont la rusticité permet un fonctionnement discontinu du système d'alimentation en air.

— Les dispositifs à grosses bulles sont les plus fiables mais aussi les moins performants. L'air est injectée soit directement par des cannes verticales, soit par des diffuseurs à larges orifices. L'un des avantages principaux de ce type de dispositifs est sa facilité de nettoyage, surtout lorsque l'air est injectée par des cannes verticales démontables.

L'alimentation en air surpressé peut être assurée par deux types d'appareils :

- + des surpresseurs centrifuges ;
- + des surpresseurs volumétriques.

Les systèmes d'aération par turbine sont donc plus performants que les systèmes d'aération par air surpressé.

\*\* Addition du catalyseur.

L'addition du catalyseur, lorsqu'elle est réalisée dans

des bonnes conditions, permet de réduire la durée d'oxydation et par conséquent l'énergie mise en jeu pour ce traitement. Les catalyseurs les mieux adaptés au traitement d'oxydation des bains résiduaire d'épilage-pélanage sont le chlorure et le sulfate de manganèse à des doses de l'ordre de  $100 \text{ mg/l}$  en  $\text{Mn}^{++}$  théorique, cette addition est faite avec un maximum d'efficacité lorsque le produit a été mis en solution et est délivré par une pompe doseuse (6).

L'utilisation du sulfate de fer comme catalyseur doit aussi être prise en considération. ce sel peut-être obtenu à très bon marché auprès de l'unité Anabib qui envisage sa récupération des eaux usées.

L'efficacité de ce catalyseur a aussi été testé lors d'une étude antérieure (2).

Le traitement par oxydation catalytique des bains d'épilage-pélanage n'est véritablement efficace que lorsque la teneur en sulfure est élevée, c'est à dire lorsque le bain contenant le sulfure a été récupéré de façon très sélective. ainsi le traitement s'applique sur un volume minimum avec de faibles quantités de catalyseur et sans aucun risque de dégagement d' $\text{H}_2\text{S}$  (6).

### V.2.3 Description de l'installation

Le schéma de l'installation de désulfuration par oxydation

catalytique, que nous avons étudié est donnée en figure N° 4.  
cette installation est composée des parties suivantes :

- \* bassin de dégrillage ①
- \* bassin de relevage ②
- \* tamis rotatif ③
- \* bassin de stockage ④
- \* Cuve de traitement ⑤
- \* Cuve du sel de Sulfate de manganèse ⑥
- \* Cuve du réactif anti-mousse ⑦
- \* pompes centrifuges ⑧
- \* pompes doseuses ⑨
- \* des agitateurs ⑩
- \* les vannes ⑪

- les eaux résiduaires du pelain sont déversées dans le canal de dégrillage ①. Les grosses particules sont éliminées à travers une grille mécanique.
- après dégrillage les eaux sont acheminées par un canal ouvert vers un bassin de relevage ② qui permet de stocker les eaux qui arrivent par intermittence.
- Les eaux sont ensuite transportées par des pompes centrifuges ⑧ immergées dans le fond du bassin, vers un tamis rotatif ③ qui éliminent les matières solides non retenues par la grille.

(19)

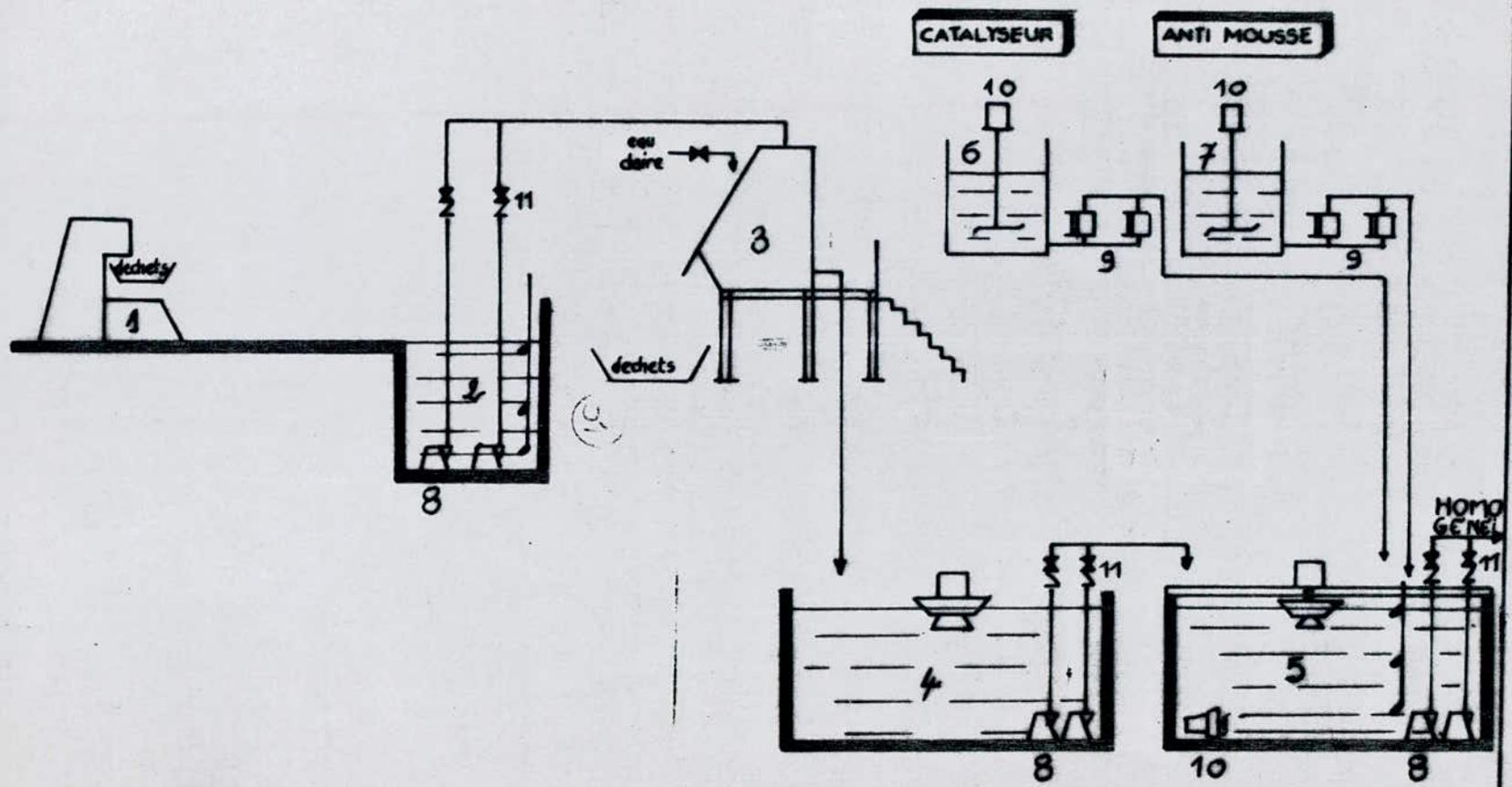


Fig. N° 4. Désulfuration par oxydation catalytique.

- Les eaux tamisées sont acheminées vers un bassin de stockage (4) muni d'un aérateur de surface flottant à flux axial, cet aérateur est utilisé pour brassage afin d'éviter le dépôt des matières au fond du bassin.
- après un temps de séjour dans le bassin de stockage, les eaux sont transportées par des pompes centrifuges (8) vers un bassin de traitement (5) où s'effectue le mélange avec le catalyseur qui est alimenté à partir d'un bassin (6) muni d'une pompe doseuse (9) afin de régler le débit, on ajoute au mélange un anti-mousse qui est lui aussi alimenté à partir d'une cuve (7) par l'intermédiaire d'une pompe doseuse (9). L'ensemble est agité par un mélangeur (10) qui se trouve au bas du bassin et qui permet d'avoir un mélange homogène. après une durée de traitement ou l'agitation qui est fixée de 5 à 8 heures le mélange est acheminée ensuite vers un bassin d'homogénéisation par des pompes centrifuges pour subir un autre traitement qui est indépendant de la désulfuration.

#### V.2.4 Dimensionnement de l'installation.

Le dimensionnement de l'installation de désulfuration est déduit à partir des données pratiques obtenues au niveau de la tannerie de Djelfa et la mégisserie de Batna.

! Dans le stade futur, La mégisserie de Rouiba traitera  
9000 peaux/Jour.

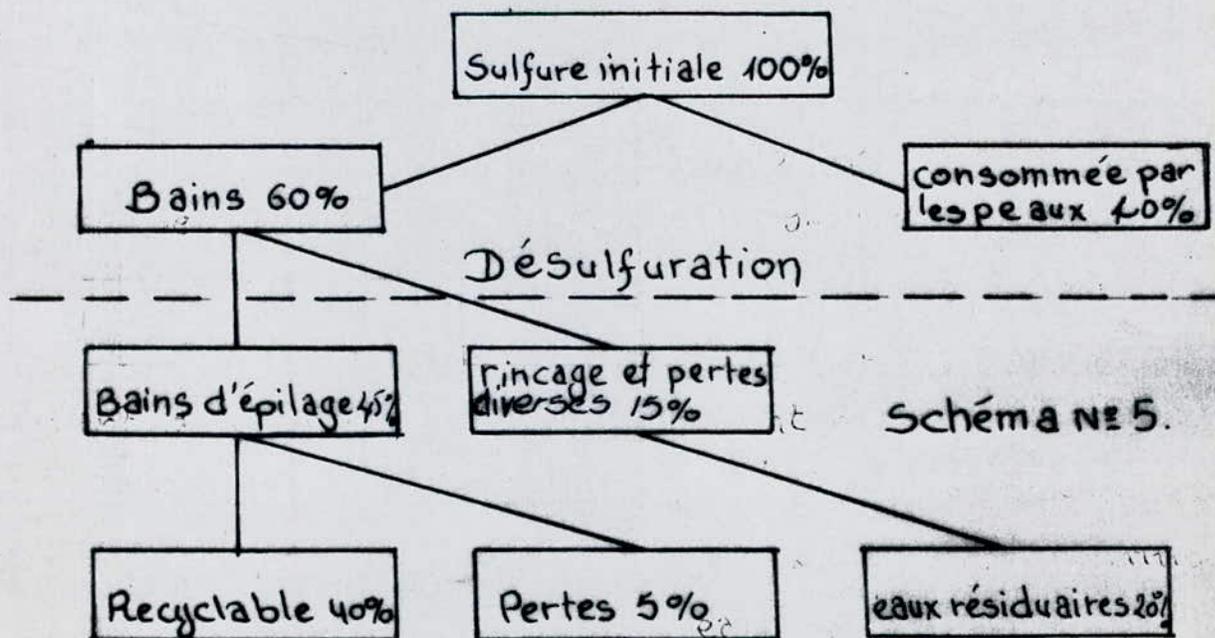
L'unité utilisera environ 1600 kg de sel du Commerce à 60/62%  
en  $\text{Na}_2\text{S}$ , soit 1000 kg en  $\text{Na}_2\text{S}$ /jour

\* 1g de Sulfure  $\text{S}^{--}$  correspond à 3,94g de  $\text{Na}_2\text{S}$ . technique  
à 60/62% de pureté

d'où la quantité en sulfure  $\text{S}^{--} = 394 \text{ kg}$ .

avant d'entamer le dimensionnement des différents bassins  
de l'installation de désulfuration des eaux résiduaires  
de pelanage - épilage, il est utile d'examiner la répartition du  
sulfure de sodium dans les peaux et les bains au cours  
de la fabrication du cuir

le schéma suivant N°5, nous donne le pourcentage  
théorique du Sulfure de Sodium retrouvé dans les eaux usées

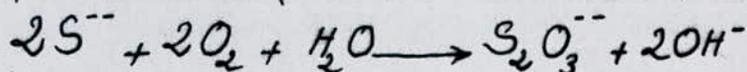


Donc théoriquement 60% du sulfure de sodium initiale non épuisée se trouvera dans les eaux résiduaire.

mais pratiquement, le pourcentage du sulfure de sodium qui se trouve dans le rejet a été estimé à 80%.

dans le cas pratique c.a.d à 80%, on aura donc à traiter une quantité en sulfure  $S^{2-}$  de 315 kg/jour.

La quantité d'air à apporter pour oxyder une quantité en  $S^{2-}$  est donnée à partir de l'équation de réduction :



avec:  $S=32$  et  $O=16$ .

pour oxyder 64g de  $S^{2-}$  il faut 64g de  $O_2$   
avec un coefficient de transfert de 1,5.

pour oxyder 315 kg/jour de  $S^{2-}$  il faut :

$$315 \times 1,5 = 472,5 \text{ kg d}'O_2 \approx 473 \text{ kg d}'O_2.$$

- une turbine de 15 w, lente, à rendement de 1,8 kg  $O_2$  / kWh  
donne, par 24 heures, un transfert de 648 kg  $O_2$  / jour

Le coefficient de sécurité est de  $\frac{648}{473} = 1,37$

on admet que l'abattement se fait en totalité sur le 2<sup>ème</sup> étage à travail continu.

## 1. Dégrillage.

Le dégrillage permet : de protéger la station de traitement

contre l'arrivée intempestive de gros objets flottants susceptibles d'obstruer les différents conduits de l'installation.

de séparer et d'évacuer facilement les matières volumineuses charniées par l'eau brute qui pourrait nuire à l'efficacité des traitements suivant ou en compliquer l'exécution.

En tannerie et en mégisserie, la pollution grossière est présente sous plusieurs formes. Les principaux déchets d'une taille comprise entre 1 et 30 cm sont les carcasses, rognures et dérayres, qui se retrouvent bien souvent dans les eaux résiduaires en quantités plus ou moins importantes.

Le dégrillage est donc destiné à retenir les déchets d'un calibre supérieur ou égal à 5 mm.

Les deux paramètres essentiels du dégrillage sont :

- \* La surface de la grille ;
- \* le calibre de passage, c.à.d l'écartement des barreaux ou la taille des perforations.

Le dégrillage est assuré par une grille à nettoyage mécanique, elle est composée de barreaux à section rectangulaire arrondi en semi-circulaire à l'amont elles sont inclinées de 60 à 80 degrés par rapport à l'horizontale avec un espacement compris entre 10 et 25 mm pour un débit moyen.

Le choix a été donc porté sur les grilles mécaniques.

- la vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1,00 m/s.

\* Calcul de la grille.

la détermination de la section de la grille est donnée par la relation suivante (18):

$$S = \frac{H_{\max} \ell (1 - \beta) \delta}{\sin \alpha}$$

$\beta$ : représente la fraction de surface occupée par les barreaux.

$\delta$ : Le colmatage de la grille. il est de 0,5 pour un dégrilleur automatique ou mécanique et de 0,25 pour un dégrilleur manuel dans notre cas c'est un dégrilleur mécanique donc  $\delta = 0,5$

$H_{\max}$ : représente la hauteur maximum d'eau admissible sur une grille de largeur  $\ell$ ,  $H_{\max}$  est fixé à 0,6 m

$\alpha$ : c'est l'angle de l'inclinaison de la grille / à l'horizontale  $\alpha$  est fixé à  $60^\circ$ .

La fraction de surface est donnée par la formule suivante

$$\beta = \frac{e_1}{e_1 + e_2}$$

avec :  $e_1$  = épaisseur des barreaux  
 $e_1 = 5 \text{ mm}$

$e_2$  = espacement entre les barreaux.  $e_2 = 10 \text{ mm}$

$$\text{d'où : } \beta = \frac{5}{5 + 10} = \frac{5}{15} = \frac{1}{3}$$

$$\beta = \frac{1}{3} \text{ soit } (1 - \beta) = \frac{2}{3} = 0,66$$

## \* calcul de la surface de passage

$$S = Q_p / v$$

$Q_p$  : débit de pointe

$v$  : vitesse de passage entre les barreaux

- Le débit journalier des eaux résiduaires du pelain a été estimé à  $Q_T = 60 \text{ m}^3/\text{J}$ .
- Le débit moyen horaire est donné par :  $Q_m = Q_T / 24$   
d'où :  $Q_m = \frac{60}{24} = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$  soit  $\approx 0,7 \text{ l/s}$ .
- Le débit de pointe.

Le débit de pointe conduit à définir un coefficient de pointe comme étant le rapport du débit moyen de l'heure la plus chargée au débit moyen journalier, ce coefficient de pointe peut être calculé à partir du débit moyen  $Q_m$  (l/s) par la formule suivante :

$$C_p = 1,5 + \frac{2,15}{\sqrt{Q_m}} \text{ pour } Q_m > 2,8 \text{ l/s}$$

$$C_p = 3 \quad \text{si } Q_m < 2,8 \text{ l/s.}$$

pour la relation suivante :  $Q_p = C_p \cdot Q_m$

dans notre cas :  $Q_m = 0,7 \text{ l/s} < 2,8 \text{ l/s}$ .

d'où :  $Q_p = 3 \cdot 0,7 = 2,1 \text{ l/s}$  soit  $7,66 \text{ m}^3/\text{h}$ .

La surface, du dégrilleur, se calcul à partir du débit de pointe  $Q_p$  pour cela, on se fixe une vitesse de passage de

l'eau entre les barreaux à  $V = 1 \text{ m/s}$ .

$$\text{d'où: } S = \frac{7,66}{1 \times 3600} = 2,22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 22,2 \text{ cm}^2.$$

calcul de la largeur de la grille.

la largeur est déterminée par la relation.

$$e = \frac{S \cdot \sin \alpha}{H_{\max}(1-\beta)S}$$

avec :  $\alpha = 60^\circ$  ;  $H_{\max} = 0,6 \text{ m}$  ;  $(1-\beta) = 0,66$  ;  $S = 0,5$ .

$$\text{Soit } e = 1 \text{ cm.}$$

\* calcul de la longueur mouillée de la grille.



La longueur mouillée  $L$ , est le rapport entre la hauteur d'eau maximale dans le canal et le sinus de l'angle d'inclinaison  $\alpha$  de la grille par rapport à l'horizontale

$$L = \frac{H_{\max}}{\sin \alpha} = \frac{0,60}{\sin 60} = \frac{0,60}{0,866} = 0,692 \text{ m} = 69,2 \text{ cm.}$$

— les caractéristiques de la grille:

les dimensions de la grille mécanique courbe sont les suivantes

$e = 1 \text{ cm}$  ;  $H_{\max} = 50 \text{ cm}$  ;  $e_1 = 5 \text{ mm}$  ;  $\alpha = 60^\circ$  ;  $\Delta H$  (perte de charge) = 6,2 cm  
 $L = 69,2 \text{ cm}$  ;  $V = 1 \text{ m/s}$  ;  $e_2 = 10 \text{ mm}$  ;  $S = 0,5$  ; de charge = 6,2 cm

## 2. Bassin de relevage

le volume du bassin est fixé à  $120 \text{ m}^3$

La hauteur est fixée à  $2 \text{ m}$

$$\text{d'où : } S = \frac{V}{H} = 60 \text{ m}^2.$$

## 3. tamis rotatif.

### \* tamisage :

si la taille des perforations d'une grille où l'espacement entre barreaux d'un dégrilleur est limitée à un minimum de  $5 \text{ mm}$ , on peut, par une opération de tamisage, éliminer des eaux les déchets d'un calibre inférieure.

cette opération est particulièrement avantageuse pour éliminer des eaux résiduaires de mégisserie les poils des peaux ayant subi une opération d'épilage chimique en solution. ces poils sont en effet gênants pour la suite du traitement et peuvent se retrouver en flottation surtout dans les phases d'aération de l'eau brute (6)

### \*\* le tamis rotatif :

il est constitué le plus souvent par un tambour cylindrique à axe horizontal. le tamisage est réalisé par un certain nombre de panneaux filtrants fixés sur une cage rigide.

le vide de maille du treillis peut varier entre 0,3 et 3mm.

L'eau brute est admise à l'intérieur du tambour, ce qui permet de récupérer les déchets par nettoyage à contre-courant d'eau.

cet appareil donne de bons résultats lors du traitement

\* les caractéristiques du tamis rotatif :

- perte de charge est de l'ordre de 2m de colonne d'eau

- la dimension de la maille de la toile varie entre 0,3 et 3mm

#### 4- Bassin de stockage (aérateur à flux axial)

\* le bassin de stockage projeté est d'un volume de  $250m^3$ .

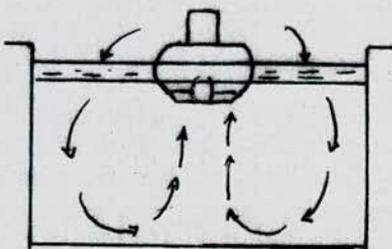
\* La profondeur du liquide nécessaire pour un fonctionnement normal varie de 0,9 à 4,6 m.

donc la hauteur fixée est à 2 m :  $H = 2m$ .

d'où on a  $S(\text{surface de bassin}) = \frac{V}{H} = \frac{250}{2} = 125m^2$

\*\* L'aérateur à flux axial est largement utilisé et il est composé d'un moteur et d'un mobile. L'ensemble est monté sur un groupe flottant ci-après. Les composants principaux sont un moteur non submersible, un tube d'aspiration en acier, inoxydable ou en fibres en verre, et un déflecteur (16).

aérateur de surface  
à flux axial



\*\* les caractéristiques de l'aérateur :

- La puissance d'agitation sera dans tous les cas supérieure ou égale à  $40 \text{ W par m}^3$  pour éviter tout risque de dépôt.
- le bassin déjà projeté est de  $250 \text{ m}^3$  ce qui nécessite donc  $12 \text{ Kw/h}$ .
- La vitesse du liquide à la sortie est de  $3,6$  à  $5,5 \text{ m/s}$ .
- L'aérateur travaille à une charge totale (dynamique) de  $0,9$  à  $1,8 \text{ m}$ .
- La vitesse de rotation est de l'ordre de  $900$  à  $1400 \text{ rpm}$ .

## 5\_ Bassin de traitement (aérateur à flux radial)

les mêmes dimensions que le bassin de stockage

$$V = 250 \text{ m}^3$$

$$H = 2 \text{ m}$$

$$S = 125 \text{ m}^2$$

\* les principaux composants de l'aérateur radial sont le moteur, le réducteur et le rotor, le rotor a un diamètre qui varie entre  $0,9$  et  $3,7 \text{ m}$ .

\*\* Les caractéristiques de l'aérateur radial.

- la vitesse de rotation varie de  $30$  à  $60 \text{ rpm}$
- La vitesse du liquide à la sortie est de  $2,5 \text{ m/s}$ .
- la profondeur d'immersion de l'agitateur est de  $15 \text{ cm}$ .
- la charge totale dynamique elle est de  $0,5 \text{ m}$ .
- le volume pompé par unité de puissance est une fonction

de la dimension du rotor et varie de 0,08 à 0,57 m<sup>3</sup>/s (16).

\*\*\* le mélangeur qui se trouve en bas du bassin de traitement sert à mélanger le rejet et les produits chimiques ajoutés. Sa puissance est de 7,5 Kw

## 6\_ Les cuves de réactifs

avant de dimensionner les cuves il est utile de connaître les quantités et les différents composés chimiques nécessaires au traitement.

\* La quantité de sulfate de manganèse  $SO_4 Mn$  nécessaire à la catalyseur:

nous nous appuyons sur les données du C.T.C, lequel donne la valeur à prendre en compte:

soit 100 mg/l en  $Mn^{++}$  théoriquement ou 333 mg/l de sulfate de Mn du commerce à 30% Mn soit 83,3 kg/jour pour un volume de 250 m<sup>3</sup>.

Le dosage de 300 mg/l de produit du commerce est généralement admis, ce qui donne 90 kg/jour.

compte tenu du long temps de séjour et de l'excès d'énergie nous avons pris la valeur de 100 kg/j

\*\* la quantité d'anti-mousse nécessaire est déterminée comme suite:

la valeur de 10 cc/m<sup>3</sup> est normale

nous avons choisi une valeur de 2,5 l/j. cette valeur tient

entendu, est fonction de la détergence de l'effluent et elle est passible de quelques variations.

Les dimensions des deux cuves de réactifs sont les mêmes. compte tenu des quantités utilisées par jour nous avons fixés les valeurs suivantes :

pour la capacité ou le volume du bassin nous avons pris

$$V = 2 \text{ m}^3$$

la hauteur du cuve est fixée à  $H = 1 \text{ m}$ .

La surface du cuve est:  $S = \frac{V}{H} = 2 \text{ m}^2$

\* on a utilisé dans les 2 cuves des mélangeurs, d'une puissance chacun de 7,5 Kw

## 7. Pompes de relevage

Les pompes généralement utilisées ont des caractéristiques bien particulières.

- \* elles peuvent accepter tous les déchets non arrêtes au dégrillage;
  - \* elles véhiculent des effluents ayant une charge en matière en suspension élevées;
  - \* leur tenue chimique doit être suffisante vis-à-vis des principaux produits utilisés en tannerie;
  - \* leur résistance à l'abrasion doit être élevée en regard particules présentes dans les eaux.
  - \* leur fonctionnement doit pouvoir être assuré de façon continue.
- répondant à ces critères, les pompes les plus souvent utilisées

pour le relevage des eaux, sont des pompes centrifuges à roues ouverte verticale est immergée (8).

## 8. Les vannes

les vannes utilisées dans la désulfuration sont des vannes à passage directes qui facilite le passage de toute sorte de déchets de la mégisserie.

## 9. Pompes doseuse à membrane actionnée hydrauliquement.

La pompe doseuse c'est une pompe alternative volumétrique dont le débit est réglable par modification de la cylindrée ou de la vitesse (cadence de marche).

elle est d'une bonne précision, utilisée pour des liquides corrosifs, toxiques, abrasifs, chargés ou visqueux; le débit de cette pompe peut atteindre 2500 l/h par tête doseuse sous de fortes pressions (19).

\* nous noterons enfin que des tests ont été effectués au niveau du bassin de traitement, et les résultats obtenus pour l'abattement sont de l'ordre de 98%.

**CONCLUSIONS ET  
RECOMMANDATIONS**

Malgré le temps et les moyens dont nous avons disposés, pour l'élaboration de ce projet, nous espérons par ce travail, avoir participé modéstemement à la résolution partielle du problème de pollution de l'unité mégisserie de Rouiba.

Globalement, l'effluent de la mégisserie de Rouiba est caractérisé par un flux polluant très chargé.

Les conclusions tirées de cette étude, se resument en quelque points essentiels:

- L'unité consomme de très grande quantité en eau et en produit chimique, soit un  $Q = 960 \text{ m}^3/\text{J}$  et  $7026 \text{ kg}/\text{J}$ .
- le volume d'eau usée rejeté par la mégisserie a été estimé à  $237,7 \text{ m}^3$  pour une tonne de peaux par jour.
- la charge polluante est très variée par sa composition physique et chimique, organique et inorganique.

Les valeurs extrêmes pour les différents paramètres de pollution étudiées sont:

D.C.O:  $500 - 3730 \text{ mg}/\text{l}$ ; M.E.S:  $440 - 4400 \text{ mg}/\text{l}$ ; chlorures:  $362 - 6674 \text{ mg}/\text{l}$ ; M.V.S:  $680 - 6050 \text{ mg}/\text{l}$ .

Cet effluent comporte aussi des matières nocives pour la vie aquatique pour l'auto-épuration naturelle de l'oued de Réghaia.

La cause principale de la nocivité des eaux résiduaires

de la mégisserie est le rejet intermittent d'effluents toxiques en quantités relativement abondantes (par ex! le chrome est 10 fois plus que les normes et les sulfures 8 fois plus).

Les installations que nous avons proposées, permettent non seulement de réduire considérablement la quantité de produits toxiques (pour le sulfure 80% de la toxicité et pour le chrome 98%) qui ne sont pas totalement épuisés, mais permettent aussi de récupérer une quantité assez importante en produits chimiques (taux de récupération 98% soit 958 kg/mc récupérée) et les réutilisés dans le cycle de fabrication, Le côté économique n'est pas non plus à négliger.

Le flux polluant de la mégisserie de Rouiba s'inscrit bien dans les fourchettes de variation données par la littérature.

A cet effet, nous suggérons quelques recommandations qui nous semblent très importantes par leur efficacité dans la résolution de la pollution de la mégisserie:

- La mise en marche de la station de traitement biologique, qui n'a pratiquement jamais fonctionné.
- la mise en place d'un réseau séparatif d'égouts dans les ateliers, de manière à pouvoir acheminer les eaux de bains de pelanage et de tannage vers leurs lieux de traitement.

- L'installation de compteurs dans chaque atelier est nécessaire, ils permettant de connaître exactement le volume d'eau consommé au cours de la journée.
- une meilleure maîtrise et contrôle des quantités des produits chimiques et surtout les produits nocifs ou toxiques, qui peuvent provoquer des incidents dans l'atelier même, par le dégagement des gaz (comme  $H_2S$ , l'Ammoniac, l'acide sulfurique ...).

nous noterons aussi l'étude de faisabilité de procédés de traitement à caractère préventifs, parmi ces études :

- Etude d'amélioration de procédés de fabrication qui consomment moins de produits chimiques et réduiront la consommation en eau.
- L'introduction d'autres traitements préventifs de rejets, tels que, recyclage des bains d'épilage - pelanage, récupération des sulfures de sodium et des protéines, recyclage des huiles et graisses et valorisation des boues.

Enfin nous pensons que cette étude pourrait contribuer à la résolution d'une partie du problème de pollution qui se pose actuellement dans l'unité.

Nous espérons toute fois que d'autres études compléteront



ce travail par la mise en service des installations  
de régénération du chrome et de la désulfuration  
proposées dans notre étude.



**ANNEXES**

## \* Détermination des sulfures par iodométrie.

### 1. Principe :

Après acidification de l'échantillon, les sulfures sont déplacés sous forme de  $H_2S$  par un gaz inerte et recueillis dans une solution d'acétate de zinc. L'iode utilisé en excès, réagit sur la suspension de sulfure de zinc dans certaines conditions d'acidité. L'excès d'iode, titré par une solution de thiosulfate de sodium permet de calculer la quantité de sulfure.

### 2. Matériel spécial :

#### - Flacon à réaction :

Barboteur de 1 litre avec un bouchon à deux trous, équipé d'un diffuseur et d'un tube de sortie de gaz.

#### - Flacon absorbeur :

Erlenmeyer de 250ml avec un bouchon à deux trous, équipé de tubes de verre et de dispositifs permettant de faire passer le gaz en série.

### 3. Réactifs :

- Gaz inerte: anhydride carbonique ou azote ;

- Acide chlorhydrique concentré ;

- Solution d'acétate de zinc 2N :

acétate de zinc $Zn(C_2H_3O_2)_2 \cdot 2H_2O$ . . . . .	220g
eau distillée . . . . .	870ml.

Dissoudre d'acétate de zinc dans l'eau, ajuster le volume à 1 litre.

- Solution d'amidon:

Verser 5g d'amidon mis en suspension dans un peu d'eau froide dans 800ml environ d'eau bouillante. diluer à 1 litre, porter à l'ébullition 5 minutes puis laisser reposer toute la nuit. prélever le surnageant clair. pour conserver la solution, ajouter 1,25g d'acide salicylique à quelques gouttes de toluène.

- Solution d'iode 0,025N:

Dissoudre 20 à 25g d'iodure de potassium dans un peu d'eau distillée puis ajouter 3,175g d'iode, après dissolution de l'iode, ajuster le volume à 1 litre et étalonner la solution avec une solution de thiosulfate de sodium 0,025N en utilisant une solution d'amidon comme indicateur.

- Solution de thiosulfate de sodium 0,025N:

Dissoudre 6,205g de thiosulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) dans de l'eau distillée fraîchement bouillie et refroidie, ajuster le volume à 1L.

4. Mode opératoire:

Placer dans deux flacons absorbeurs, 5ml de solution d'acétate de zinc et 95ml d'eau. Retirer le flacon à réaction aux deux flacons absorbeurs, faire passer de gaz inerte pendant 2 minutes. introduire 50ml d'échantillon dans le flacon à réaction et environ 400ml d'eau distillée; acidifier avec 10ml d'acide sulfurique concentré. faire barboter le gaz inerte dans l'échantillon pendant 1 heure. Ajouter ensuite à la solution d'acétate de zinc, un grand excès de solution d'iode (1ml de solution d'iode 0,025N correspond à 4mg

de soufre), soit  $n_1$  millilitres, en réservant la presque totalité du volume pour le premier flacon.

introduire 2,5 ml d'acide chlorhydrique concentré dans chaque flacon. transvaser les 2 solutions dans un seul bécher et titrer avec la solution de thiosulfate de sodium 0,025N en présence d'amidon, soit  $n_2$  le nombre de millilitres. faire un témoin avec les réactifs, en particulier en présence de faibles teneurs en sulfures.

Expression des Résultats:

La teneur en soufre total, exprimée en milligrammes de soufre par kilogramme est donnée par la formule

$$S \text{ mg/kg} = \frac{(n_1 - n_2) \times 400}{\text{poids d'échantillon en grammes}}$$

\* Détermination des chlorures par la méthode de Mohr:

1. Principe:

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 de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

2. Réactifs:

- Acide nitrique pur.
- carbonate de calcium pur.

\* Détermination de la D.C.O par la méthode de dichromate de potassium:

1. Principe:

Dans des 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.

2. Réactifs:

- eau distillée.

- Sulfate de mercure cristallisé ( $HgSO_4$ ).

- Solution de sulfate d'argent:

\* sulfate d'argent cristallisé ( $Ag_2SO_4$ ) . . . . . 66g

\* Acide sulfurique ( $d=1,84$ ) ( $H_2SO_4$ ) . . . . . q.s.p 1000ml

- Solution de sulfate de fer et d'ammonium 0,25N:

\* sulfate de fer et d'ammonium . . . . . 98g

\* Acide sulfurique ( $d=1,84$ ) . . . . . 20ml

\* eau distillée . . . . . q.s.p 1000ml

Le titre de cette solution doit être vérifié tous les jours.

- Solution de dichromate de potassium 0,25N:

\* dichromate de potassium (séché 2 heures à  $110^\circ C$ ) . . . . . 12,26g

\* eau distillée . . . . . q.s.p 1000ml

- Solution ferroïne:

\* 1.10 - phénanthroline . . . . . 1,48g

\* sulfate de fer . . . . . 0,695g

\* eau distillée . . . . . q.s.p 1000ml

Vérification du titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium :

dans un bécher, mettre 25ml, exactement mesurés, de solution de dichromate de potassium 0,25N et compléter à 250 ml par de l'eau distillée. Ajouter 75ml d'acide sulfurique ( $d = 1,84$ ). Laisser refroidir.

Ajouter quelques gouttes de solution de ferroïne et déterminer la quantité nécessaire de sulfate de fer et d'ammonium pour obtenir le virage au rouge violacé :

$$T = \frac{\text{ml } K_2Cr_2O_7 \cdot 0,25}{\text{ml } Fe(NH_4)_2(SO_4)_2}$$

### 3. Mode opératoire :

introduire 50ml d'eau à analyser dans un ballon de 500ml, éventuellement, une même quantité de dilution. Ajouter 1g de sulfate de mercure cristallisé et 5ml de solution sulfurique de sulfate d'argent. chauffer, si nécessaire, jusqu'à parfaite dissolution. Ajouter 25ml de solution de dichromate de potassium 0,25N puis 70ml de solution sulfurique de sulfate d'argent. Porter à ébullition pendant 2 heures sous réfrigérant à reflux adapté au ballon. Laisser refroidir. diluer à 350ml 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 50ml d'eau distillée.

Expression des résultats :

La demande chimique en oxygène (D.C.O) exprimée en milligrammes d'oxygène par litre est égal à :  $\frac{8000 (V_0 - V_1) T}{V}$

$V_0$  = Volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire au dosage (ml) .

$V_1$  = Volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire à l'essai à blanc (ml) .

$V$  = Volume de la prise d'essai .

$T$  = Titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium .

#### \* Détermination des M.E.S :

##### 1. Principe :

La filtration de la prise d'essai est suivie d'un séchage jusqu'à poids constant dans l'étuve à  $105^\circ\text{C}$ . La pesée différentielle du filtre détermine les M.E.S .

#### \* Détermination des M.T.S et M.V.S :

- évaporer un échantillon  $v$  d'eau brute tamisée .
- Porter le résidu à l'étuve à  $105^\circ\text{C}$  pendant deux heures .
- Laisser refroidir au dessiccateur et peser. Soit  $Y$  le poids de l'extrait sec à  $105^\circ\text{C}$  .
- Calciner ensuite dans un four à  $525^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$  pendant deux heures. Laisser refroidir au dessiccateur et peser. Soit  $\dot{Y}$  le poids du résidu calciné .

$Y$  : Le poids des matières totales dans la prise d'essai .

$\dot{Y}$  : Le poids de la fraction minérale des matières totales dans la prise d'essai .

$Y - \dot{Y}$  : Le poids de la fraction organiques des matières totales dans la prise d'essai .

# LEXIQUE

(A)

- Acide aminé** : acide organique dont la molécule comporte des groupements aminés  $[NH_2]$  et carboxyliques  $[COOH]$  fixés au même atome de carbone. Les acides aminés sont les éléments constitutifs de base des protéines.
- Aération** : procédé permettant un mélange intime de l'air et de l'eau à épurer par des moyens naturels ou mécaniques.
- Aérobiose** : processus biologique au cours duquel la présence d'oxygène dissous est nécessaire pour la respiration des micro-organismes. cette espèce de micro-organismes est dite « aérobie ».
- Anaérobiose** : processus biologique au cours duquel les réactions ont lieu en absence d'oxygène dissous ; seul l'oxygène lié chimiquement participe à la respiration des micro-organismes. cette espèce de micro-organismes est dite « anaérobie ».
- Auto-épuration** : processus biologique, chimique et physique au cours duquel l'épuration d'un milieu pollué se fait naturellement sans intervention de l'homme.

(B)

- Basicité d'une liqueur de chrome** : expression du rapport existant entre le chrome total et le chrome combiné à des groupes hydroxyles dans un sel de tannage au chrome.
- Il existe plusieurs modes d'expression de la basicité :
- Echelle de 0 à 100 selon Schorlemmer ;
  - Echelle de 0 à 12/12 selon la méthode de Freiberg, etc.
- Baïfification** : action chimique d'agents alcalins (ex: carbonate ou bicar.)

de sodium) conduisant à une augmentation de la basicité des sels de chrome au cours du tannage.

(C)

Carnasses: morceaux de tissu sous-cutané, de graisses et de chairs séparés du reste de la peau au cours de l'opération mécanique d'écharnage.

Collagène: protéine fibreuse, principal élément constitutif du derme des peaux de mammifères.

Confitage: traitement enzymatique de la peau lors de la fabrication du cuir, destiné à parfaire l'élimination des résidus épidermiques et à détruire plus ou moins partiellement les fibres élastiques.

Conservation: en général, traitement de la peau brute provoquant sa déshydratation et permettant un arrêt des processus biologiques de dégradation putride. Cette déshydratation peut être réalisée par salage ou saumurage par séchage ou par toute autre méthode.

Corroyage: opérations en bains effectuées après le tannage des cuirs afin de leur conférer certaines propriétés caractéristiques. Le corroyage humide regroupe la neutralisation, le retannage, la teinture et la nourriture.

Coudreuse: appareil de traitement des peaux formé d'une cuve demi-cylindrique. L'agitation des peaux est réalisée par un moulinet à quatre pales en position légèrement décalée par rapport à l'axe du demi-cylindre.

Crôte: partie obtenue par refendage du cuir en épaisseur. La crôte correspond au côté chair du cuir.

C.T.C: Centre technique du cuir. (FRANCE).

(D) Décantation: opération consistant à laisser déposer les matières en

suspension dans un liquide, en vue de les éliminer et de recueillir le liquide clarifié.

**Déchaulage**: opération de la fabrication du cuir succédant au pelanage, destinée à éliminer la chaux de la peau avant le tannage par action d'acides minéraux ou organiques ou des sels de ces acides.

**Délainage**: opération de la fabrication du cuir consistant à séparer la laine des peaux de moutons de la peau proprement dite.

**Désulfuration**: élimination des sulfures.

(E) **Echarnage**: opération de la fabrication du cuir ayant pour but l'élimination du tissu sous-cutané, des graisses et des chairs adhérent encore à la peau, par l'action mécanique d'un cylindre à lames coupantes.

**Enchaucenage**: procédé d'épilage des peaux par action d'une pâte appliquée du côté chair (l'enchaux), à base d'eau, de chaux, de sulfure de sodium et d'un épaississant (Kaolin).

Par extension, on peut parler d'enchaux en foulon lorsque le bain est très court (20% à 30% du poids des peaux).

**Enzyme**: substance protéique élaborée par une cellule vivante et intervenant comme catalyseur spécifique dans les processus biochimiques complexes.

**Épilage**: opération de tannerie permettant de séparer les poils de la peau proprement dite. L'épilage peut être réalisé à l'aide d'agents réducteurs en milieu alcalin, d'oxydants, d'enzymes ou de produits aminés.

**Équitox**: unité de mesure de la toxicité d'un effluent.

(F)

Fermentation: transformation que subissent les matières organiques sous l'action d'enzymes secrétées par des micro-organismes.

Filtration: méthode de clarification de l'eau, la débarrassant des matières en suspension minérales ou organiques par passage sur un filtre.

Finissage: opération de la fabrication du cuir consistant en un dépôt sur le cuir sec d'une couche pigmentée et/ou d'une couche de fixation afin de lui assurer sa présentation définitive.

Fleur du cuir: face du cuir où étaient implantés les poils ou la laine. Après épilage, les follicules pileux apparaissent sur le côté fleur, formant ce que l'on appelle le grain, caractéristique de l'animal dont provient la peau.

(G)

Gâteau (de boues): boues partiellement déshydratées par un procédé quelconque de séchage, et devenues manipulables et transportables.

(M)

Matières volatiles: matières solides susceptibles d'être décomposées sous forme de gaz ou de vapeur par chauffage ou calcination du résidu sec à une température déterminée.

Mégisserie: industrie de transformation des petites peaux (ovins, caprins) en cuir.

(N)

Neutralisation: opération de la fabrication du cuir destinée à diminuer l'acidité du cuir tanné au chrome avant de lui faire subir une teinture et une nourriture.

Nourriture: opération de la fabrication du cuir au cours de laquelle on lui incorpore des matières grasses afin de lui conférer souplesse et imperméabilisation.

(O) Oxydation: réaction chimique consistant à combiner de l' $O_2$  à tout composé apte à le recevoir.

(P) Peau salée: peau conservée par saupoudrage de chlorure de sodium en cristaux.

Peau en tripe: peau obtenue après élimination des poils, de l'épiderme et du tissu sous-cutané. On désigne ainsi la peau après pelanage ou après déchaulage.

Pelanage: opération de la fabrication du cuir destinée à provoquer une hydrolyse alcaline contrôlée du collagène afin de le défibriller et de conférer ainsi au cuir une certaine souplesse.

Picklage: opération de la fabrication du cuir au cours de laquelle les peaux acidifiées afin de permettre la pénétration des matières tannantes.

Ponçage: opération de tannerie consistant en un traitement de la surface des cuirs avec un abrasif. Si le ponçage est effectué du côté chair, on obtient un cuir dit « velours ». Si le ponçage est effectué du côté fleur, on obtient un cuir dit « à fleur corrigée » [ponçage léger] ou « nubuck » [ponçage plus poussé].

Protéine: composé organique azoté constituant de la matière vivante.

(R) Recyclage (d'un bain): utilisation d'un bain résiduaire de traitement des peaux ou des cuirs pour une nouvelle opération identique à celle dont il est issu, après reconstitution de sa composition initiale.

**Relevage**: opération consistant à transvaser un liquide d'un bassin à un niveau inférieur dans un bassin à un niveau supérieur par pompage ou par vis d'Archimède.

**Retannage**: opération de la fabrication du cuir consistant à incorporer au cuir un complément de matières tannantes ou non, afin de lui conférer des propriétés particulières.

**Ré-utilisation [d'un bain]**: utilisation d'un bain résiduaire du traitement des peaux ou des cuirs pour toute opération où l'on pourra l'employer. Le recyclage est un cas particulier de ré-utilisation.

**Reverdissage**: première opération de la fabrication du cuir, destinée à réhydrater les peaux et à les laver.

**Rincage**: opération de fabrication du cuir, effectuée après chaque traitement particulier et réalisée par admission et évacuation d'eau en continu dans l'appareil de traitement.

**Rognures**: déchets résultant d'une rectification sommaire des bords de la peau à différents stades.

(5)

**Sédimentation**: processus de séparation des éléments en suspension par décantation.

**Stain**: (cuir en Stain): d'une manière générale, cuir ayant subi les opérations de corroyage (humide et mécanique) mais ne possédant pas encore de finissage.

(T)

Tamissage : action de faire passer un courant d'eau à travers une grille fine, une toile métallique ou un tissu, afin d'arrêter les matières en suspension.

Tannerie : industrie de transformation des peaux, autres que celles d'ovins et de caprins, en cuir.

Teinture : opération de la fabrication du cuir au cours de laquelle on lui confère la teinte désirée par traitement avec des matières colorantes naturelles ou synthétique.

T.N.O : Centrum voor schoen techniek van het instituut voor Leder en Schoenen TNO (pays.bas).

Toxicité : caractère de ce qui est toxique.

Toxique : nom générique des poisons. substance qui détruit ou altère les fonctions vitales des végétaux ou des animaux.

Travail de rivière : ensemble des opérations de la fabrication du cuir depuis la trempe jusqu'au pelanage inclus. certains comprennent aussi le déchaulage et le confitage dans le travail de rivière.

.....(S)

Schorlemmer : La basicité schorlemmer (X) est le pourcentage des valences du chrome total présent par rapport aux valences du chrome saturées de groupes "OH".

$$X = \% \text{ Schorlemmer} = \frac{100 \cdot \text{chrome en combinaison basique}}{\text{chrome total}}$$

# BIBLIOGRAPHIE

- (1) Ministère de l'hydraulique et de l'environnement et des forêts; Marais Reghaïa, Plan d'action anti-pollution (1985).
- (2) Allani; contribution au traitement des eaux usées de la tannerie-mégisserie de Rouiba, Récupération et Recyclage des sels de chrome E.N.P (1985)
- (3) F. Meink, H. Stoöff, H. Kohl Schütter; Les eaux résiduaires industrielles, Ed. 2° Masson, PARIS (1977).
- (4) Berki. S; Contribution à l'étude des eaux usées de la tannerie de Rouiba I.N.A.R
- (5) Guide de l'eau; Ed. 6°, PARIS (1976/77).
- (6) M. Aloy, A. Fola chier, B. Vulliermet; tannerie et pollution. techni-cuir, MAI (7)
- (7) P.J. Vlimmeren et A.J.J. Vanmeer; quelques aspects des eaux résiduaires de tannerie T.N.O, HOLLAND.
- (8) H. Moulinier, R. Mazoyer; I.N.R.A; contribution à l'étude de l'action du chrome sur la croissance des végétaux. techni-cuir 1988
- (9) Association française pour l'étude des eaux, Les Micro-polluants minéraux dans les eaux continentales Rapport N°6 chrome-cuivre-nickel (1974)
- (10) W.W. Eckenfelder; L'eau dans l'industrie, Ed. Tec et Doc, PARIS (1983)
- (11) J. Rodier; L'analyse de l'eau, Ed. 7° Dunod, PARIS (1984).
- (12) A. Vulliermet; L'azote dans les effluents de tannerie T.C.N°10, (1981)
- (13) J.P. Bechac et Boutin; traitement des eaux usées. (1984).
- (14) R. Thomazeau; stations d'épuration: eaux potables, eaux usées Ed. Tec et Doc, (1981)
- (15) Monique Tardat, Henry; chimie des eaux Ed le griffon d'argile, Canada (1984)

- (16) - W. W. Eckenfelder; gestion des eaux usées, urbaines et industrielles,  
Ed. Lavoisier Tec et Doc, PARIS (1982).
- (17) - Bendib. L; Etude et traitement des eaux usées de la Tannerie - mégisserie  
de Rouiba L'I.N.A (1980).
- (18) - A. Gaid; Epuration biologique des eaux usées urbaines,  
Ed. O.P.U, ALGER (1984).
- (19) - Dégrémont; Memento technique de l'eau, 8<sup>ème</sup> Ed, PARIS (1978)
- (20) - Revue technique des industries du cuir, 8<sup>e</sup> Année. N°10,  
Décembre (1974).

MISSOURI STATE COLLEGE