

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Jijel

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة جيجل

Faculté des science
Dpt/ Ecologie



محمد الصديق بن يحيى
كلية علوم الطبيعة والحياة
المدى 425
رقم الجرد :

ECO.04.05.

01/01

كلية العلوم
قسم علوم البيئة والمحيط

*En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en
Ecologie Végétal et Environnement*

Option : Pathologie des écosystèmes



Thème

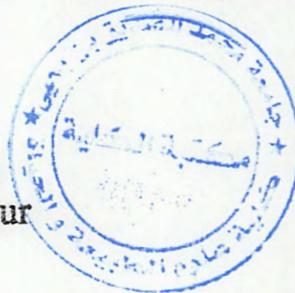
*Estimation de la qualité physico chimique
des eaux usées de la Tannerie de Jijel*

Jury :

KHENOUF Hanane. Président.

KRIKA Ebd Elwajek . Examineur

KHALED KHOUDJA Soumia. Encadreur



présenté par :
LAIB Sihem

Année Universitaire : 2004/2005

REMERCIEMENT

*Louange à Dieu qui nous a donné du courage et de la volonté
d'avoir réussi dans nos études.*

*Nous tenons à remercier toute personne qui a contribué de loin
ou de près à la réalisation de ce mémoire
plus particulièrement :*

*Notre encadreur M^{lle}. KHELED KHOUDJA Soumia
qui nous a proposé ce sujet de recherche*

*et qui nous a encadré et soutenue par ses conseils
sa compréhension, sa gentillesse, ses encouragements.*

*Nous remercions vivement le président et les membres
du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant
de juger notre travail.*

*Nous tenons à remercier également toute l'équipe
du laboratoire de biologie
pour leur aide et leur soutien surtout :*

Fouzia et Soumia.

Nous remercions infiniment le personnel de la Tannerie de Jijel

Surtout LEBDAI Ismail, BAHBOUH Azeddine

Houda et Rima

Enfin nous exprimons notre respect à tous les enseignants

de l'institut de biologie de l'université

de Jijel.

Sommaire

Introduction	1
--------------------	---

Chapitre 1 : Synthèse Bibliographique

1- L'eau	2
1-1- Définition	2
1-2- Les principaux caractéristiques de l'eau.....	2
1- 2-1- Les propriétés physiques.....	2
a- La masse volumique	2
b- Température d' ébullition.....	2
c- La viscosité	3
d- Propriétés optiques.....	3
e- Propriétés électriques.....	3
1-2-2- Les propriétés chimiques	3
a- solution.....	3
b- solubilité.....	3
1-3- Les besoins en eaux des êtres vivants.....	3
2- La pollution	4
2-1- Définition de la pollution.....	4
2-2- Les différents types de pollution.....	4
2-2-1- La pollution du sol.....	4
2-2-2- Pollution de l'aire	4
2-2-3- Pollution de l'eau	5
2-3- La nature de la pollution des eaux.....	5
2-3-1- La pollution physique	5
2-3-2- La pollution chimique.....	5
2-3-3- La pollution biologique.....	5
3- Les eaux usées	7
3-1- Définition.....	7
3-2- Les différents types d'eaux usées.....	7

3-2-1- Les eaux usées agricole.....	7
3-2-2- les eaux usées domestique.....	7
3-2-3- Les eaux usées industrielle.....	8
3-2-4- Les eaux usées pluviales.....	8
3-2-5- Les eaux usées urbaine.....	8
3-3- Les principales étapes du traitement des eaux usées.....	9
3-3-1- Les pré- traitements.....	9
3-3-2- Les traitements primaires.....	9
3-3-3- Les traitements secondaires (biologique).....	9
3-3-4- Les traitements tertiaires.....	10
3-3-5- Les traitement des boues.....	10
3-4- Réutilisation des eaux usées.....	11
3-4-1 - secteur agricole.....	11
3-4-2- Secteur industriel.....	11
4- Les paramètres globaux de la pollution des eaux usées	12
4-1- Pollution particulaire	12
4-1-1- Définition	12
4-1-2- Intérêt de la détermination des matières en suspension	12
4-2- La pollution organique.....	12
4-2-1- Nature et origine de la pollution organique.....	12
4-2-2- La demande biochimique en oxygène (DBO ₅).....	13
4-2-3- La demande chimique en oxygène.....	13
4-3- Les paramètres physico- chimique.....	13
a- Oxygène dissous	14
b- La température.....	14
c- La turbidité	15
d- La couleur	15
e- Pouvoir oxydo- réducteur.....	15
f- Le pH.....	15
g- La conductivité électrique.....	16

Chapitre III : Résultats et Discussion

1- La température	34
2- Le pH	37
4- La conductivité électrique (CE).....	39
3- Les matières en suspension (MES).....	42
5- La demande biochimique en oxygène DBO ₅	45
6- La demande chimique en oxygène (DCO).....	46
7- Rapport (DCO)/ DBO ₅	47
8- Sulfure.....	48
9- Chlorures.....	49
10- Chrome Total.....	52
11- Manganèse	53
12- L'aluminium.....	53
13- L'ammonium.....	54
14- Phosphate.....	57
15- Nitrate.....	60
16- TH.....	62
17- TA et TAC.....	65
Conclusion	68
Bibliographie	69
Annexes	

INTRODUCTION

Introduction

L'activité industrielle constitue une source importante de concentration des différents polluants dans l'environnement (Ramade,1992).

Élément constituant de notre environnement, l'eau est une ressource vitale pour tous les êtres vivants mais aussi devenue, avec la concentration urbaine et industrielle, le récepteur et le vecteur de nombreux polluants. L'activité des industries de tannage fait partie des activités humaines qui ont un impact important sur l'environnement, l'ampleur de cet impact est fonction du type de procédé, des matières premières et auxiliaires, des conditions de travail, des produits finis et d'autres facteurs.

De manière globale, c'est-à-dire sans tenir en compte d'une utilisation spécifique, l'état de l'eau peut être défini par deux facteurs, à savoir: - la classe de la qualité de l'eau;

- le niveau de température de l'eau.

L'évaluation de la qualité des eaux peut être effectuée de façon relativement aisée au moyen des paramètres physico-chimiques tels que :température,pH...

La présente étude s'appuie sur un ensemble d'analyse, et son objectif consiste à évaluer la qualité physico-chimique des eaux usées de la tannerie de Jijel, après passage par la station d'épuration.

Ces eaux résiduaires sont rejetées dans l'Oued Moutâs qui débouche dans la mer.

ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

1- L'EAU

1-1- Définition

L'eau est un constituant essentiel de la biosphère ou elle est représentée sous ces trois états, gazeux (vapeur d'eau), liquide (eau libre, gouttelettes en suspension dans les nuages et brouillard) et solide (glace et neige).

L'eau est aussi le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants (fauries et al, 2003). Composée d'hydrogène et d'oxygène (H₂O), elle peut dissoudre un certain nombre de corps. Elle est incolore, Inodore sans goût et liquide à la température ordinaire (defrances, 1996).

1-2- Les principaux caractéristiques de l'eau

L'eau présente un certain nombre de propriétés physico- chimiques qui interviennent de manière déterminante dans les interactions avec les êtres vivants. (fauries et al, 1996).

1-2-1- Propriétés physiques

a- La masse volumique

Elle varie avec la température et la pression. L'eau est considérée comme un fluide élastique de masse volumique 0,99828 Kg/l à 20°C (brault et Monod, 1989), la masse volumique de l'eau est maximale à une température de 4°C (1mg/l) (ouali, 2001).

b- Température d'ébullition

Elle est maximale plus élevée (100°C) que celle des composées hydrogénées de masse moléculaire du même ordre. Cette anomalie est due à l'existence de liaison hydrogène intermoléculaire dans la phase liquide (ouali, 2001).

Tableau I -Température d'ébullition de quelques composés. (Ouali, 2002).

corps	Masse moléculaire	Température (°c)
CH ₄	16	-161
NH ₃	17	-33
H ₂ O	18	+100
H ₂ S	34	62
HCl	36	85

c- La viscosité

La viscosité est la propriété qu'a un liquide d'opposer une résistance aux divers mouvements qu'ils soient internes ou globaux comme l'écoulement. Elle diminue lorsque la température augmente et elle s'élève avec l'augmentation de la teneur en sels dissous (Brault et Monol, 1989).

d- Propriétés optiques

La transparence de l'eau est fonction de la longueur d'onde de la radiation qui la traverse (transparente au UV ; opaque aux IR ; absorbe le rouge dans le visible, ce qui explique la couleur blanche de l'eau) (Ouali, 2001).

Les propriétés optiques sont très utilisées dans le contrôle de l'efficacité des traitements d'épuration et pour mesurer certaines formes de pollution.

e- Propriétés électriques

L'eau est légèrement conductrice, la conductivité de l'eau est de $4,2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ à 20°C .

La conductivité de l'eau augmente lorsque le taux de sels augmente (Brault et Monol, 1989).

1-2-2- Les propriétés chimiques

L'eau est un solvant qui permet la dissolution en détruisant les divers liaisons électrostatiques entre les atomes et les molécules du corps à dissoudre, permettant la formation de nouveaux liens entre les constituants du même corps, forment aussi de nouvelles structures (Brault et Monol, 1989).

a- Solution

Mélange homogène, en général liquide dans lequel l'un des constituants (le solvant) est très majoritaire devant les autres (les solutés). (Ramade, 2002).

b- Solubilité

La solubilité est définie par la concentration maximale d'un soluté pouvant exister en solution (Ouali, 2001).

1-3- Les besoins en eaux des êtres vivants

L'eau, l'oxygène et le gaz carbonique contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants (Ouali, 2001).

Pour l'homme, on cite les pourcentages suivants :

Embryons de 2 mois 97%

Nouveau nés 66 à 74%

Embryons, de 5 mois 85 %

Adulte 58 à 67%%

Embryons de 9 mois 74%

La majeure partie de nos aliments est composée d'eau : (Laitue 92%, concombre 97 %, pomme de terre 15%, poulet 72%, pomme, poire 85%, morue 82%, Œuf 14%).

Dans le corps humain ,elle transporte les nutriments (sucre, acide aminé...),les gaz tels que le CO₂ et O₂ importants dans l'oxydation,et les hormones (Defrance,1996).

2- La pollution

2-1- Définition de la pollution

Kine (1965) définit la pollution comme « les activités humaines qui ont des effets négatifs sur la santé,le bien être , les ressources et les écosystèmes », les effets négatif étant des dommages visibles (In Forbe et al, 1997).

La définition de terme « pollution » a été donnée par le premier rapport du conseil sur la qualité de l'environnement de la maison blanche en 1965.

« La pollution est une modification défavorable du milieu naturel qui apparaît en totalité et en partie comme un sous produit de l'action humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de réparation des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico – chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers de ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou la possibilités récréative du milieu » (Ramade,2000)

2-2- Les différents types de pollutions

Il existe principalement trois types de pollutions.

2-2-1- La pollution du sol

la pollution du sol affecte les campagnes,elle est avant tout une technique agricoles modernes (Ramade, 1974). Cependant la cause de contamination des sols la plus ubiquiste résulte de la pollution diffuse due a l'usage systématique en agriculture de nombreux produits chimiques : engrais et pesticides (Ramade, 2000).

2-2-2- La pollution de l'air

La pollution de l'atmosphère due aux rejets des différents gaz et substances toxiques dans l'aire qui ont pour origine les différentes activités humaine ou encore par les combustions au tendance à décroître au cours des deux dernières décennies , tout au moins dans les pays développés (Ramade, 2000).

Les conséquences de la pollution de l'air sont nombreuses,nous citerons ,entre autre ,les pluies acides l'effet de serre , la diminution(Ramade, 1993).

2-2-3- La pollution de l'eau

La pollution des eaux est une altération qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'organisation aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plan d'eau...) et à un moindre degré les eaux souterraines (Gaid, 1984).

2-3- La nature de la pollution des eaux

On distingue la pollution organique, la pollution chimique, la pollution mécanique, la pollution thermique, la pollution bactérienne et la pollution radio active. (Vaillant, 1974).

2-3-1- Pollution physique

La pollution mécanique (au mieux physique) résulte de la présence dans l'eau de particules ou de déchets capables de colmater le lit d'un cours d'eau (cas des eaux provenant par exemple des mines, d'usines, de défibrage de bois, de tanneries).

La pollution thermique correspond au divertissements d'effluents industriels qui augmentent la température des rivières, des lacs ou des eaux littorales causant des effets néfastes du point de vue biologique (Samuel, 1976), la pollution thermique a pour effet d'accroître la toxicité de certaines substances telles que les cyanures, rend les animaux plus vulnérables et favorise le développement d'agents pathogènes (Faurie et al, 1998).

2-3-2- Pollution chimique

La pollution chimique est due généralement aux rejets par les déversement liquides industriels qui sont riches en produits chimiques. Elle est plus ou moins nocive, selon la nature des substances chimiques dissoutes dans l'eau et selon les concentrations de ces substances (vaillant, 1974).

La pollution métallique, qui peut être le résultat d'une pollution chimique, et due aux différents métaux comme l'aluminium (Al), l'arsenic (Ar), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le manganèse (Mn), le molybdène (Mo), le Nickel (Ni), le zinc (Zn) ...ou encore à des métaux lourds comme le cadmium (Ca), le mercure (Hg) ou le plomb (Pb) plus toxique que les précédents (Anonyme, 2004).

2-2-3- Pollution biologique

L'eau nécessaire à la vie peut devenir, une source de maladie ou de mort. Elle peut en effet, véhiculer des agents pathogènes causant des maladies hydriques, tel est le cas du choléra, malaria ou paludisme qui affecte, selon l'OMS, 270 millions de personnes, la fièvre jaune, etc. Ces maladies sont transmises à l'homme par des insectes dont les larves ne peuvent se développer que dans l'eau. Dans des régions entières, l'eau est malade ce qui entraîne de nombreuses conséquences sur le plan humain et socio-économique; c'est la raison pour laquelle des campagnes d'assainissement sont régulièrement entreprises. Elles ont dans la plupart des cas des actions

bénéfiques, mais c'est naturellement au prix du versement de tonnes et de tonnes d'insecticides avec les conséquences que cela implique.... (Defranceschi, 1996). (8)

Tableau II- Principaux types de pollution des eaux, leur nature et leur cause (Ramade, 1998) (23)

Type de pollution	Nature physicochimique	Source ou agent causal
I- Physique Pollution thermique, pollution Radioactive	Rejet d'eau chaude Radio-isotope	Centrales électriques Installations nucléaires
II- Chimique Pollution par les engrais Pollution par des éléments toxiques Pollution par les pesticides Pollution par les détergents Pollution par les hydrocarbures	Nitrates Phosphates Cadmium, mercure, plomb, albumine, arsenic, etc. Insecticides, herbicides, fongicides Ets Agents tensioactifs Pétrole brut et ses dérivés (carburants et autres produits raffinés)	Agriculture Lessives Industrie, agriculture, combustions (pluies acides) Agriculture (industries, transport) Effluents domestiques et industriels Industries pétrolière, transports, chaufferies industrielles
Pollution par les composés organochlorés	PCB insecticides, solvants chlorés	Industrie agriculture
Pollution par les divers autres composés organiques de synthèse	Très nombreuses molécules > 120000	Industries, usage dispersif en particulier domestiques pour certains
III- Matières organiques fermentescibles	Glucides, lipides, protides, acide nucléiques	Effluents domestiques, agricoles, industries agroalimentaires, industries du bois papeterie)
IV- pollution microbiologique	Bactéries virus entériques champignons	Effluents urbains, élevage, abattoir, secteur agroalimentaire en général

3- Les eaux usées

3-1- Définition

Les eaux usées sont les eaux rejetées après utilisation industrielle, domestique ou agricole (Gerard, 1999).

Les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eau chargées de polluants, solubles ou non, proviennent essentiellement de l'activité humaine. Il est impératif de se débarrasser de cette charge polluante c'est pourquoi l'épuration de l'eau usée devient une nécessité. En effet, ce rejet sans traitement préalable peut avoir des conséquences néfastes sur le milieu récepteur, en particulier pour les organismes qui y vivent.

L'analyse des eaux résiduaires a donc un double objectif

- Evaluer la teneur des différents polluants présents dans l'eau résiduaire avant l'arrivée à la station d'épuration.
- Voir l'efficacité de traitement (chimique ou biologique) de l'eau par la station d'épuration (STEP) avant d'être rejeté dans le milieu naturel (Franck, 2002).

3-2- Les différents types d'eaux usées

Les eaux usées appelées aussi eaux résiduaires urbaines (ERU), qui arrivent à la station d'épuration, sont un mélange de plusieurs types d'eaux (Franck, 2002).

3-2-1- Les eaux usées agricoles

Provenant de l'élevage, dont les fumiers et le lisier sont riches en matière organique azotée. (Eckenfelder, 1981).

3-2-2- Les eaux usées domestiques

Elle constituent généralement l'essentiel de la pollution et se composent :

- des eaux de cuisines qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage de légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides), et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses.
- des eaux de buanderies contiennent principalement des détergents.
- des eaux de salle de bain chargé en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées.
- des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (wc) , très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphore et en microorganismes (Franck, 2002)

Tableau III- Proportion des volumes rejetés pour chacune des activités domestiques polluantes (Roques, 1979).

Activité domestiques	Volume rejeté (%)
Cuisine : Evin	3%
Lave- vaisselle	13%
Lave -linge	13%
Salle de bain	44%
Chasse d'eau	26%

3-2-3- Les eaux usées Industrielles

Leur composition est liée au type d'industrie implantée dans la commune , l'ampleur de la pollution est parfois très importante (Franck, 2002)

On peut distinguer quatre catégories : la première catégorie comprend les eaux résiduaires contenant des matières solides en suspension. La deuxième catégorie comprend les eaux résiduaires contenant en solution des substances toxiques ou susceptibles de troubler l'évaluation biologique du milieu récepteur, la troisième catégorie comprend les eaux résiduaires contenant des substances fermentisables, essentiellement de nature organique. La quatrième catégorie, en fin, comprend les eaux résiduaires contenant des substances radioactives ou des produits responsables des pollutions collectives (Vaillant, 1974).

3-2-4- Les eaux usées pluviales

Ce sont des eaux de ruissellement qui se forment après les précipitations. Elles peuvent être particulièrement polluées, surtout en début de pluie, par deux mécanismes :

- les lessivages des sols et des surfaces imperméabilisées . Les déchets solides ou liquides déposés par temps sec sur ces surfaces sont entraînés dans les réseaux d'assainissement par les premières précipitations qui se produisent ;
- la remise en suspension des dépôts routiers décantables, lors d'une précipitation, le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts.

Elles sont de même nature que les eaux usées domestiques, avec en plus des métaux lourds et des substances toxiques provenant essentiellement de la circulation automobiles (franck, 2002).

3-2-5- Les eaux usées urbaines

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marches et des cours) (Vaillant, 1999).

3-3- Les principales étapes de traitement des eaux usées

L'ensemble des ouvrages de traitements utilisés s'appelle la filière de traitement, elle consiste à associer judicieusement différentes étapes pour satisfaire à une qualité d'eau traitée compatible avec la qualité du milieu récepteur. Il faudra prendre en compte les sous produits de l'épuration, en particulier les boues extraites de la filière de traitement des eaux résiduaires urbaines.

3-3-1- Les prétraitements

Ils permettent d'éliminer les matières les plus grossières susceptibles d'endommager les organes mécaniques ou de perturber l'efficacité des étapes ultérieures, ils sont appelés :

- à des procédés mécaniques, comme des grilles ou des tamis, pour éliminer les grosses particules transportées par les eaux ;
- à des procédés physiques, comme les phénomènes de décantation pour éliminer les sables, ou de flottation pour éliminer les grasses (matières graisseuses). (franck, 2002).

3-3-2- Le traitement primaire

Les procédés de traitement primaire sont physiques (par exemple décantation plus ou moins poussée) ou éventuellement physico-chimiques, et produisent des baves primaires (Vaillant, 1974). Ce traitement permet essentiellement l'élimination de la pollution particulaire et une partie de la pollution organique sous forme particulaire. Il faut noter que ces traitements physico-chimiques éliminent parfaitement le phosphore et satisfont en général à la réglementation concernant le rejet du phosphore (Franck, 2002).

3-3-3- Le traitement secondaire (biologique)

L'élimination des matières organiques implique le recours à des traitements biologiques qui font intervenir des organismes vivants essentiellement des bactéries. Ces procédés biologiques, le plus souvent, aérobie repose sur la biodégradation des matières organiques en présence de l'oxygène par des micro organismes hétérotrophes. (franck, 2002).

Dans certains cas, un traitement faisant intervenir des microorganismes anaérobies (digestion anaérobie des boues résiduaires) est annexé au traitement secondaire (Vaillant, 1974).

Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologiques, naturels ou artificiels.

Les procédés biologiques naturels réalisent l'épuration par le sol, ou bien par des étangs (étangs d'oxydation, étangs de stabilisation) ;

Les procédés biologiques artificiels comprennent le procédé des lits bactériens, celui des disques biologiques (avec film bactérien se fixant sur la surface des disques), le procédé des

boues activées, les procédés d'aération prolongée (oxydation totale, fossés ou chenaux d'oxydation), le lagunage aéré (Vaillant, 1974).

3-3-4- Traitement tertiaire

Certains rejets d'eau traitée sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination de l'azote, du phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitement tertiaire (Franck, 2002).

L'épuration tertiaire des effluents comprend des traitement complémentaires, dénommés par fois traitements avancés (coagulation physico- chimique, filtration sur sable, chloration, ozonation, traitement par le charbon actif, etc.) (Vaillant, 1974).

3-3-5- Traitement des boues

L'épuration des eaux résiduaires abouti à la production régulière de sous produits constitués par les boues en provenance des décanteurs primaires et /ou secondaires, soit en moyenne 40 à 50 g de matière sèche par jour et par habitant (Franck, 2002).

Les objectifs essentiels du traitement des boues sont :

- leur stabilisation qui consiste à réduire une partie de la nature organique qui les composé, pour cela on distingue :
 - o la stabilisation aérobie
 - o la digestion aérobie.
- La réduction de leur volume par élimination de l'eau interstitielle, celle-ci se fait par différents procédés:
 - o Séchage naturel sur lit
 - o Centrifugation
 - o Recharge sur filtre presse
 - o Séchage sur filtre sous vide. (Ouali, 2001).

Le problème de boues se pose en terme d'évacuation ; trois solutions sont probables :

- la mise en décharge de boue stabilisées et déshydratées, mais n'est plus réalisable a partir de 2002 ;
- la valorisation agricole par épandage sur des sols agricoles où elle vont jouer un rôle d'engrais. Elles sont utilisées sous forme liquide, solide ou sous forme de compost, mais toujours stabilisées ;
- l'incinération, qui présente un intérêt pour les boues autocombustibles, c'est-à-dire fraîches et déshydratées.

Avant leur évacuation, les boues seront également soumises à des analyses (Franck, 2002).

3-4- Réutilisation des eaux usées

L'objectif principal de la réutilisation des eaux usées est non seulement de fournir des quantités supplémentaires d'eau de bonne qualité en accélérant le cycle d'épuration naturelle de l'eau, mais également d'assurer, l'équilibre de ce cycle et la protection du milieu environnant. Par définition, cette utilisation est une action volontaire et planifiée qui vise la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques.

En fonction des exigences de qualité des consommateurs, deux grandes classes de réutilisation peuvent être définies :

- les usages potables qui peuvent être directs, après un traitement poussée ou indirect, après passage dans le milieu naturel.
- Les usages non potables dans les secteurs agricoles (irrigation). (Meribai et Boumlit,2001).

3-4-1- Secteur agricole

La majorité des eaux usées concerne des utilisations agricoles, pour ce secteur, l'irrigation de culture ou d'espaces verts est la voie de la réutilisation des eaux usées. Au niveau mondial, c'est également la solution qui a le plus d'avenir à court et à moyen terme (Meribai et Boumelit, 2001) elle améliore les rendements des cultures et apporte des bénéfices financiers (Lazorova et all, 1998).

3-4-2- Secteur industriel

La réutilisation industrielle des eaux usées et le recyclage interne sont désormais une réalité technique et économique. Pour certains pays et types d'épuration, les eaux recyclés fournissent 85% des besoins globaux en eau. Les plus grands secteurs consommateurs d'eau sont les centrales thermiques et nucléaires (eau de refroidissement) et les papeteries la qualité de l'eau réutilisé est réglementé et dépend de type d'application ou des productions industrielles (lazorava ; 1998).

Il faut souligner que le coût unitaire d'une eau usées recyclée dépend non seulement du débit de l'installation et de la chaîne de traitement, mais aussi de la composition de l'eau usée, des exigences du qualité finale est d'autre condition locales (coût de l'énergie, de la main d'œuvre, etc.) (lazorovo , 19998).

4- Les paramètres globaux de pollution des eaux usées

4-1- pollution particulaire

4-1-1- Définition

La pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille supérieure à 10 μm , en suspension dans l'eau, et que l'on peut assembler aux matières en suspension (MES). Ces critères en suspension représentent l'un des paramètres globaux de pollution facilement perceptibles, mais l'un des plus difficilement mesurable en continu. En fait, les MES sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyennes d'écoulement des effluent correspond à une vitesses minimale de 0,5m/s.

La repartition des diamètres des MES varie selon la nature des eaux résiduaires. Une eau usée domestique brute se caractérise généralement par une répartition granulométrique très large des MES, contrairement à un effluent industriel ou une eau traitée. Pour un effluent urbain, le diamètre moyen du particule en suspension est de l'ordre de 30 à 50 μm (Franck, 2002).

4-1-2- Intérêt de la détermination des matières en suspension (MES)

La pollution particulaire d'une eau est à l'origine de nombreux problèmes, comme ceux liés au dépôt de matières dans les bassins ou les canalisations à leur capacité d'absorption physico-chimique (métaux, micro organisme) ou aux phénomènes de détérioration du matériel.

La pollution particulaire représente l'essentiel de la charge des rejets urbains de réseaux unitaires par temps de pluie. Dans le milieu récepteur, les MES peuvent entraîné des perturbations de l'écosystème par une diminution de la clarté de l'eau, limitant la photosynthèse végétale, par le dépôt, l'envasement, et l'asphyxie des poissons par le colmatage des branchies. Les dépôts dans les zones calmes sont susceptibles d'entraîner le développement de bactéries anaérobies, avec les conséquences habituelles : fermentation, production des composés acides et d'odeurs nauséabondes. En outre, ces MES peuvent être de nature organique et entraînent les nuisances associées aux molécules organiques. Cependant, si une turbidité forte du milieu récepteur est souvent signe d'une pollution, elle peut être également naturelle (crues de rivières, développement planctoniques). En fait, tous les cours d'eau contiennent des MES et des teneurs de quelques mg par litre ne posent pas de problèmes majeurs à l'écosystème.

4-2- La pollution organique

4-2-1- Nature et origine de la pollution organique

La mesure de la pollution organique d'une eau est non spécifique. Elle a pour objet de quantifier la concentration de l'ensemble des composés organiques présents sous forme solide, colloïdale ou dissoute. La nature de ces composés est extrêmement variée mais elle est caractérisée du point de vue chimique, par une structure carbonée constituée par une chaîne d'atomes de carbone

liés entre eux par des liaisons covalentes et sur lesquels sont fixés d'autres atomes dont les principaux sont l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, le soufre et le phosphore. On peut distinguer les matières organiques naturelles d'origines biologiques récentes et les matières organiques de synthèse, fabriquées par l'homme, et qui sont présentes dans les ERU (Franck, 2002)

4-2-2- La demande biochimique en oxygène (DBO₅)

L'oxygène nécessaire pour la dégradation par les micro-organismes des matières organiques biodégradables contenue dans l'eau. Cette consommation est exprimée en milligramme d'oxygène par litre d'eau. Cette consommation d'oxygène est très souvent mesurée après 5 jours à 20°C, on parle alors de DBO₅ (Grosclaude, 1999).

Intérêt de la détermination de la DBO₅

L'effet principal d'un rejet de matières organiques biodégradables dans le milieu naturel est la consommation d'oxygène. L'oxygène maintient le développement de la flore et de la faune présentes dans le milieu naturel. La détermination de la DBO a donc, pour but d'évaluer cette nuisance et d'en estimer les effets, même si ceux-ci ne sont pas uniquement liés à la valeur de la DBO mais aussi aux conditions hydrologiques et météorologiques du milieu récepteur (Franck, 2002).

4-2-3- La demande chimique en oxygène

Oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique et dans des conditions définies, la matière organique oxydable ou non contenue dans l'eau. Quantité d'oxygène exprimée en milligramme d'oxygène par litre d'eau (Grosclaude, 1999).

Intérêt de la détermination de la DCO

L'intérêt de cette technique vient de l'oxydation puissante réalisée qui permet de prendre en compte la quasi-totalité des matières organiques d'une eau pour un coût plus faible que la détermination du carbone organique oxydables totale (COT). Elle permet donc d'estimer la quantité des matières organiques contenue dans une eau. De plus, son temps d'exécution, est plus rapide que la DBO₅ (5 jours) et sa précision, est généralement estimée à 6%, ont assuré son succès.

4-3- Les paramètres physico-chimiques

La détermination des paramètres physico-chimiques peut être effectuée sur les eaux résiduaire urbaine (ERU) brute, ou sur les effluents après traitement. Bien qu'ils ne figurent pas dans les normes du rejet des stations d'épurations, hormi le pH, ils sont susceptibles de fournir des renseignements utiles pour apprécier la qualité de ces eaux ainsi que la qualité de traitement effectué (Franck, 2002).

c- La turbidité La turbidité des effluents résiduaux est en général très élevée (Rodier, 1984).

La mesure de la turbidité est effectuée au moyen d'un spectrophotomètre à 720 nm (Rodier, 1996).

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspensions finement divisées : argiles, limons, grains de silice, matières organiques, etc. L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure le degré de turbidité (Rodier, 1974).

Intérêt de la mesure de la turbidité

La turbidité sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. Les mesures de turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'épuration des eaux brutes (Rodier, 1996).

d- La couleur C'est un paramètre principal due à la pollution naturelle (eutrophisation) ou à une pollution chimique (composés solubles présentant une coloration marquée par exemple les effluents de tanneries) (Meribai et Boumelit, 2001).

e- Pouvoir oxydo- réducteur (rH)

Le rH d'une solution est le logarithme décimal chargé des signes, de pression P (en atmosphère) et l'hydrogène gazeux en équilibre avec l'hydrogène moléculaire dissous dans la solution exprime en volt (Rodier, 1984).

Ce paramètre exprime la valeur d'oxydo- réduction du milieu aquatique et estime le pouvoir de biodégradation dans ce milieu (Rodier, 1996).

f- Le pH

La mesure du pH doit s'effectuer sur place, il caractérise l'acidité du milieu (Gaujous, 1995) ; le pH est le nombre variant de 0 à 14 exprimant la quantité d'ions H_3O^+ présents dans une solution. Dans la nature, le pH de l'eau est compris entre 5 et 9 (Loup, 1974).

Pendant la journée, l'absorption-intense du gaz carbonique (CO_2) entraîne une élévation du pH, le mécanisme inverse intervient pendant la nuit. Généralement, le pH est élevé en été, quand la photosynthèse est rapide, et bas en hiver où la plupart de la végétation de l'été se décompose. Sa valeur change dans l'espace et dans le temps (Dussart, 1996, Clegg 1974 ; Leynaud et Verrel, 1980).

Intérêt de la mesure du pH

Ce paramètre conditionne l'équilibre physico-chimique d'une eau (Bremond et al., 1973)

Le pH de l'eau traitée influence dans le milieu naturel la vie de la faune et de la flore. C'est pour cette raison que l'arrêté du 22 décembre 1994 impose, pour les rejets des stations d'épurations, un pH compris entre 6 et 8,5 (Franck, 2002).

g- La conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. La relation entre la résistivité et la conductivité est la suivante :

$$\text{Résistivité (} \Omega\text{cm)} = \frac{1000\ 000}{\text{Conductivité (}\mu\text{s/cm)}} \quad (\text{Rodier, 1996}).$$

Intérêt de la mesure de conductivité

Cette mesure peut être plus intéressante dans le domaine de l'eau potable que dans celui des eaux usées. En effet, la conductivité d'une ERU est très variable d'une région à une autre, essentiellement en fonction de la minéralisation naturelle de l'eau potable. On peut citer des valeurs moyennes de 900 à 1300 S. cm⁻¹ pour les ERU brute par centre, la variation de ce paramètre pour une même agglomération, et sa comparaison avec la conductivité de l'eau de consommation distribuée, permettant de conclure sur une variation de charge polluante pour une même eau potable distribuée, tout ce rejet polluant.

h- TH et TAC

- **dureté de l'eau, TH** : elle est mesurée par la somme des concentrations en degré de Ca⁺² et Mg⁺² et s'exprime par le TH.

Le TH peut se subdiviser en TCa (titre calcique) et TM (titre en Mg).

$$\text{TCa} + \text{TM} = \text{TH} \quad (\text{Berné et Cerdonmier, 1991}).$$

Pour le contrôle d'eau déminéralisée, on réalise des mesures plus fines par recours à différentes techniques spectrophotométriques (émission des flammes, absorption atomique, colorimètre, etc). (Berné et Cerdonmier, 1991).

Alcalinité d'une eau, TAC et TA : elle est mesurée par la somme des anions hydrogénocarbonates, carbonate et hydroxyde alcalins (Na) ou alcalino-terreux (Ca, Mg) et est exprimée par le titre alcalimétrique complet TAC.

Lors de pH inférieur à 8,3 le TAC est mesuré par acidification de milieu jusqu'à virage de l'héliophileméthylorange et le TAC exprime alors la teneur en hydrogénocarbonates.

Lors de pH supérieur à 8,3 , il peut aussi y avoir la présence de carbonates, voir présence d'hydroxydes alcalins.

4-3-2- Paramètres chimiques

a- L'azote L'azote peut être présent dans l'eau sous quatre formes principales : l'azote organique, qui comprend essentiellement des composés de métabolisme protéique comme l'urée, l'acide urique, l'azote ammoniacal ; (N-NH₄⁺ ; l'azote des nitrites ou azote nitreux (N-NO₂⁻ et l'azote nitrates ou azote nitrique (N-NO₃⁻ l'ensemble de ces formes azotées constitue l'azote global NGL.

$$\text{NGL} = \text{NK} + \text{N-NO}_2^- + \text{N-NO}_3^- \quad (\text{NK} : \text{azote Kjeldahl}) \quad (\text{Franck, 2002}).$$

Intérêt de la détermination de la pollution azotée

La pollution azotée peut être à l'origine de plusieurs problèmes dont le plus aiguë provient de la toxicité de l'ammoniac pour la faune piscicole de plus l'arrivée d'ions d'ammonium dans le milieu récepteur entraîne une consommation d'oxygène due à la nitrification bactérienne qui peut être nuisible à la faune. Un autre problème plus chronique due à la pollution azotée est le phénomène d'eutrophisation du milieu naturel (modification des conditions physico-chimiques, toxicité directe des algues pour la faune aquatique...) (Franck, 2002).

b- Phosphates Le phosphore est présent dans les ERU sous différentes formes : le phosphore organique (phosphorine, phospholipides...) et le phosphore minéral (PO₄⁻³, H₂PO₄⁻ ...).

Le phosphate correspond en fait aux orthophosphates car l'ion phosphate, PO₄⁻³, n'existe en solution que pour des pH basiques (Franck, 2002).

Intérêt et la détermination de la pollution phosphorée

Les phosphates font partie des anions facilement fixés par le sol. Des teneurs supérieurs à 0,5mg/l permettent de suspecter la pollution d'une eau naturelle. Les rejets des stations d'épuration contiennent des quantités de phosphores qui peuvent être importantes et accompagnées par une source d'azote comme le nitrate. Les eaux de surfaces peuvent être contaminées par des rejets industriels et domestiques ou par le lessivage des terres cultivées renfermant des engrais phosphatés, ou traitées par certains pesticides.

Les eaux souterraines peuvent l'être par des infiltrations en provenance de dépôts de fumier et de lisier. La présence de phosphore dans les eaux de surface entraîne un développement important des algues, microscopiques mais aussi macroscopique, qui caractérisent le phénomène d'eutrophisation (Franck, 2002).

5- L'industrie du cuir (la tannerie) 3

5-1- Historique

Le tannage au chrome dans la fabrication du cuir a été introduit pour la première fois en 1858. Elle a été modifiée très profondément au début du XXème siècle par l'application de principes scientifiques et par l'apparition de la chimie des tannages au chrome et des colorants. En particulier avec le développement de l'industrie chimique, un virage a donc été pris vers les années 1900, avec le remplacement des procédés de fabrication utilisant de nombreux produits naturels (tannis végétaux, orpins, boîtes de compêches, œufs, huiles de poissons, pour n'en citer que quelques uns) par des familles où les produits chimiques sont de plus en plus concentrés, élaborés et prêts à l'emploi (sels de chrome masqué, puis autobasifiants, colorants, produits de graissage, produits mouillants).

Aujourd'hui, des quantités énormes de sels de chrome III sont consommées par les industries du cuir.

Par exemple, en 1985, les fabricants de cuir ont consommé 32% de la totalité de la production mondiale en composé de chrome. (Laib, 2003)

La majeure partie de production de cuir dans le monde se concentre au Mexique, Brésil, Japon, Corée du sud, Chine, Inde, Pakistan et Italie.

Aujourd'hui, 90% de cuir sont produits par le processus du tannage au chrome. La production globale de cuir a augmenté approximativement de 55% sur les 30 années passées. L'expansion a eu lieu dans les nouveaux pays industrialisés plutôt que dans les autres pays, ce processus est l'un des plus grands pollueurs dans le monde (Laib, 2004).

5-2- La pollution provoquée par la tannerie

Les eaux résiduaires industrielles sont les déchets liquides, résultent selon les activités exercées, de l'extraction ou de la transformation de matières premières en produits industriels (produits primaires), de la transformation éventuelle de ces produits primaires ou dérivés par la fabrication des biens des consommations (Gaujous, 1995).

5-3- Composition des effluents de tannerie

Dans l'industrie de cuir, la peau crue est transformée en cuir au moyen d'une série d'épurations mécaniques et chimiques. Ces dernières traitent le cuir, mais elles causent une grande pollution. Par exemple le processus chimique exécuté dans le traitement de cuir consomment une grande quantité d'eau et de produits chimiques qui seront acheminés en fin de compte dans les effluents résiduaires vers la station d'épuration.

Dans les effluents résiduaux des tanneries, on trouve plus d'une centaine de produits chimiques (350 000 transferts); des sels de chrome, des détergents, des huiles, des graisses, des solvants, des teintures, des sulfures (Laib, 2004).

Ces eaux usées de tanneries sont caractérisées par leur grandes charges en polluants organiques (Genschow et al, 1996 ; Reemtsma and Jekel, 1997), et inorganiques (les sels de chrome, provenant des processus de tannage), (balasubramanian and pugalenti, 2000), les sulfures utilisées dans l'épilage, la chaux (sykes, 1995).

Parmi les composés inorganiques présents en grandes quantités dans les effluents résiduaux des tanneries, l'azote ammoniacal, les phénols et le carbone organique total.

Dans ces eaux usées, il y a aussi des bactéries, des organismes pathogènes et des micropolluants. Ce sont des composés généralement peu dégradables difficiles à éliminer et susceptible d'accumulation comme les métaux et les molécules organiques de synthèse (Laib, 2004).

5-4- La station d'épuration (STEP)

Une STEP est une usine de transformation qui permet d'extraire, de l'eau usée, les particules décantables ainsi que les matières contenues dans la phase dissoute. L'élimination des particules se fait par décantation qui intervient avant et après le traitement biologique.

Le traitement biologique sert à éliminer les matières organiques, ce sont des bactéries de la rivière, placées dans des conditions favorables (aération) que l'on nomme « boues activées » qui se nourrissent de la matière organique et l'assimilent ou la minéralisent (Guettier et al, 1994).

Les STEP, conçues essentiellement pour l'élimination de la pollution carbonée, élimination des formes azotées et phosphorées. Des aménagements spécifiques de traitement biologique permettent :

- l'élimination de l'ammoniac par sa transformation en azote gazeux comme composé intermédiaire, les nitrates.
- Le traitement du phosphore, composé comme pour son rôle dans l'eutrophisation, ce traitement est basé sur son assimilation par les bactéries.

Les micropolluants contenus dans les effluents de la STEP sont adsorbés sur les particules et sont en grande partie éliminés lors de la décantation (rendement de 60 à 90% . C'est le cas des métaux, des hydrocarbures, des organochlorés), seuls quelques composés tels que le lindane, le pentachlorophenol, l'EDTA ne sont pas éliminés par le traitement de la STEP à cause de leurs propriétés hydrophiles (Marchand et al, 1980). Les solvants sont dégagés dans l'atmosphère ou dégradés par les bactéries comme détergents. (laib, 2004)

Tableau IV- produits chimiques utilisés dans la STEP de la tannerie de Jijel (Rapport-tannerie (TAJ), 2002)

Produits chimiques	Quantité (g/l)	Quantité (g/j)
Al	300	1500
Mn	300	1500
Polyelectrolytes	05	25
H ₂ SO ₄	Tampon pour ajuster le pH dans le bassin d'homogénéisation	Selon le pH

5-5- Traitement des eaux usées de la tannerie

Plusieurs techniques sont utilisées par le traitement des eaux usées de tanneries :

1- oxydation chimique par : l'addition du manganèse (Mn) et l'aération qui sont utilisées pour l'oxydation des sulfures.

Ou par : l'addition des chlorures de fer (FeCl) ou sulfates d'aluminium pour la précipitation de la chaux dans les eaux usées.

2- précipitation et floculation : ces deux opérations sont recommandées pour l'enlèvement de chrome et les matières organiques après l'addition de la chaux et les électrolytes.

3- traitement biologique aérobie : il permet la diminution de la DCO de 60 à 80% .Ce traitement combiné au prétraitement physico-chimique permet la réduction de la DBO au-delà de 95%.

4- habituellement, à la place du traitement biologique aérobie, le traitement anaérobie est aussi favorable pour les eaux usées des tanneries ayant une grande charge organique.

5- le traitement biologique produit des quantités énormes d'azote et de Carbone total, et d'autres substances organiques (Laib,2004)

5-6- compositions chimiques d'un effluent a la sortie de la STEP

Le pH de l'eau épurée est voisin de la neutralité.

Les effluents à la sortie de la STEP peuvent contenir :

- des algues qui se développent dans les décanteurs.
- Des bactéries provenant de traitement par les boues activées (Delsart et al , 1996).
- Des micropolluants.
- des composés phosphorés et azotés dont l'ammoniac (Burkhard et Jenson, 1993) et les substances eutrophisantes qui sont les nitrates et les phosphates.

- des matières en suspension (MES).

Les effluents de sortie contiennent entre 10 et 30 mg/l de MES, entre 50 et 100 mg/l de O₂ DBO₅. La phase dissoute est plus importante que la phase particulaire puisque 90% des constituants s'y trouvent ce qui représente 70% de la matière organique totale (Rickert, 1971). Cette matière organique est composée d'une partie difficilement biodégradable, mais aussi d'une partie non biodégradable (Nguyen, 1955).

Les teneurs des principaux micropolluants rencontrés dans les effluents à la sortie de STEP sont variables. La plupart des polluants organiques prioritaires sont présents dans les effluents de la STEP mais à de faibles concentrations même si certains composés ont été détectés à des concentrations des coups plus fortes (Petraseke et al, 1983).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

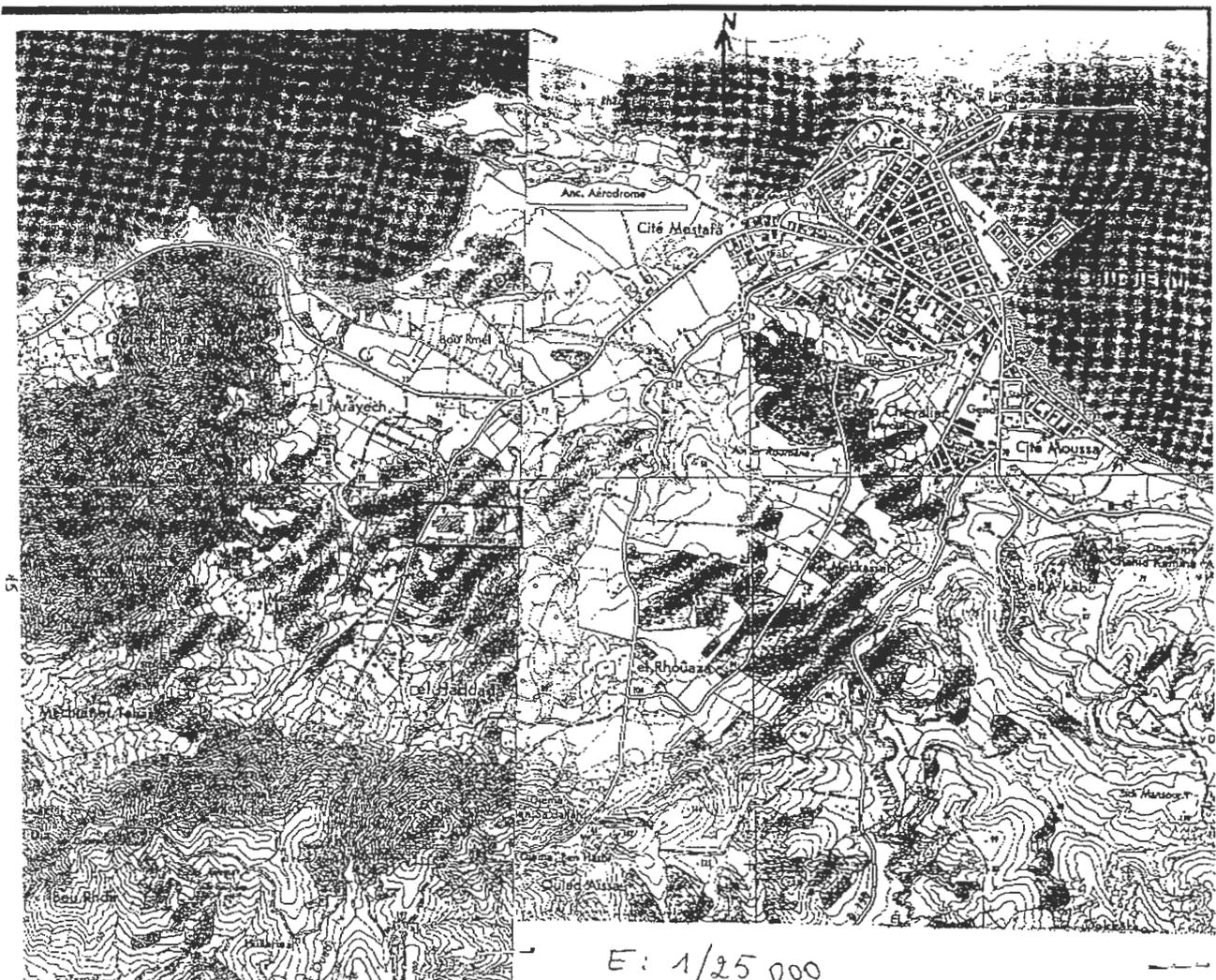
1 - Présentation de la zone d'étude

1-1- Situation géographique site d'étude

Notre zone d'étude est située au nord ouest de la commune de Jijel, elle est localisée sur le plateau d'El-Hadada à 03 Km du chef lieu de la Wilaya de Jijel.

Elle est traversée par un cours d'eau « Oued Mouttas » qui reçoit plusieurs rejets urbains « domestiques et industriels » dont la nature et la qualité sont mal connues. Cet oued rejoint en définitif la mer.

Le sud la zone est limité par un ensemble de collines, au nord, par la mer méditerranéenne, au nord est par des criques rocheuses très accidentées et intercalées par une petite baie (Meridjet El-Kala) (fig. 1).



(Fig.1). Situation géographique du site d'étude.

1-2- Géologie

Selon les travaux de Djellit (1987), la zone d'étude appartient au tell septentrional, elle est limitée au sud par la chaîne des grésnumédiens. Elle est dominée dans sa quasi-totalité par des terrains formés par des sédiments du quaternaire.

1-le cordon Dunaire, formé au quaternaire récent, est constitué de sables éolisés.

2-le territoire représenté par des sables limons, et galets où il constitue la deuxième terrasse du quaternaire.

3-le rhad-Actuel, Ce sont des alluvions formés de limons, sables et cailloux roulés.

4-les formations logunormarines, ce sont les formations alluviales qui apparaissent sur le lit des oueds (Moutas et El-Mdaber) et leurs terrasses.

5-ces formations sont constituées par des éléments charriés par l'eau (limons, sables et graviers).

6-les grés numidiens ce sont une série essentiellement grasseuse [chaîne des Babors].

1-3- Pédologie

Les travaux réalisés par Djellit (1987), dans cette région mettent en évidence l'existence des sols de type brun moyennement calcaire à caractère vertique (vertisols), d'épaisseurs variable, développé sur marne et des sols minéraux Brut-régosols qui prédominent dans notre zone d'étude.

1-4- la végétation

La végétation du bassin versant est distinguée par une couverture forestière peu abondante constituée en majeure partie de chênes liège en amont. La partie aval est occupée en majeure partie par des fruits et des légumes localement consommés.

On note aussi la présence de cultures maraîchères, les oliviers et le chênes liège.

1-5-Le réseau hydrographique

Le réseau hydrographiques de la zone est très dense, l'Oued Mencha, Djendjen et le Nil possèdent plusieurs affluent dont le chef lieu couvre entièrement le bassin versant, ceci est due à d'importantes ressources superficielles qui ne sont pas bien exploitées.

Les écoulements superficiels sont importants.

Oued Moutas est un affluent, chargé des eaux urbaines et industrielles ; il est caractérisé par un faible débit. L'écoulement quand a lui est du Sud Nord, et se dirige dans la mer. Tandis que les eaux souterraines demeurent très limitées et localisées au niveau des plaines côtières plus en aval.

1-6- Le climat

L'analyse climatique est réalisée à partir des données établies par l'Office National de Météorologie (O.N.M) pour la station de Jijel, en raison de sa proximité du site d'étude et du fait que les données sur la pluviométries, la température, les vents et l'humidité sont complètes.

Le climat de la région est du type méditerranéen humide, avec des précipitations annuelles qui varient de 1000 à 1400 mm et une moyenne annuelle des températures de 18°C

2- Présentation de la tannerie de Jijel

Elle traite actuellement 520 m³ / jour d'eau correspondant aux rejets résultants de 20 tonnes de cuirs produites par jour (Rapport tannerie –TAJ-2002).

2-1- Procédés de fabrication du cuir

Dans les tanneries, on transforme en cuir les peaux brutes d'animaux.

L'opération de tannage se divise en trois formes :

-Préparation au tannage, pratiquée dans l'atelier de rivière et comprenant, la conservation, la trompe, l'épilage et le pelanage.

-tannage proprement dit pratiqué dans l'atelier de tannage

-Corroyage qui comprend toute une série d'opération qui varient suivant l'emploi envisagé (manuel de fabrication de cuir).

2-1-1- Ateliers de rivière

a- La conservation

La méthode de conservation utilisée actuellement à l'unité de Jijel est le salage qui consiste à couvrir la peau avec une couche de sel marin (chlorure de sodium (Na Cl) la quantité du sel présente 25-30% du poids frais.

b- La trompe

Pour faciliter la pénétration de l'eau, l'élimination des saletés et l'inhibition du développement bactérien lors de la trompe, deux produits chimiques sont utilisés : la sondozine NI et antimycine CP.

c- l'Épilage

C'est une opération chimique dont le rôle consiste à l'élimination des poils jusqu'aux racines en utilisant le sulfure de sodium. (Na₂S).

d- Le planage

C'est une opération chimique qui se fait dans le même bain de l'épilage. Elle provoque une hydrolyse de la peau ; ainsi que l'élimination de la couche superficielle de la peau épiderme. Les produits utilisés dans cette opération sont : le sulfure de sodium, (Na₂S) et la chaux (Ca (OH)₂)

e- L'écharnage

C'est une action mécanique dont le but est l'élimination de la couche sous-cutanée, les tissus de lésions, les graisses et le reste de la chair. Les peaux épilées, planées et écharnées sont appelées « peau en tripes ».

f- Déchaulage

Après l'épilage, pelanage et écharnage, la peau en tripe subit un déchaulage qui consiste à éliminer les produits basiques utilisés lors des opérations précédentes. C'est une sorte de neutralisation avec les sulfates d'ammonium qui forment avec la chaux le sulfate de calcium qui est insoluble dans l'eau. Pour le contrôle de cette opération, on utilise le phénol phtaléine.

g- Confitage

Au cours de l'épilage, pelanage ; l'épiderme et les poils sont attaqués mais ne sont pas totalement éliminés. Les résidus restants liés à la peau sont appelés la crasse, on l'élimine par un produit appelé le conflit qui est une culture de bactéries.

(Anonyme 1999)

2-1-2-Atelier de tannage et de retannage

Le traitement préliminaire est suivi du tannage proprement dit , il se déroule en plusieurs opérations :

a- Picklage

Il consiste à traiter la peau en tripe par une solution fortement acide en présence d'un excès de sel, le chlorure de sodium pour éviter le gonflement des peaux.

Le picklage facilite la pénétration et la répartition des tannins dans le tissu dermique. Les produits utilisés dans cette opération sont : l'acide formique, l'acide sulfurique et le chlorure de sodium (Na Cl).

Pour le contrôle de cette opération on utilise le vert de Bromocrésol

-Tannage au chrome

Le tannage est l'opération qui consiste à la transformation de la peau en tripe en cuir proprement dit.

Les premières matières utilisées sont les tannins végétaux tels que les extraits des écorces et des feuilles en particulier du chêne, du mimosa, du châtaignier ,etc. de même que des sels tannants :

- *-les sels de chrome (c'est les plus utilisés en tannerie)
- les sels d'aluminium (utilisés pour le tannage du cuir de mégisserie)
- les sels de zirconium (il donne au cuir une résistance à l'usure exceptionnelle).

En réalité le tannage en chrome est le plus répandu.

La peau picklée (acidifiée) permet une bonne pénétration des sels de chrome, mais sous fixation, cette dernière est réalisée par la pacification du bain avec des sels ; formiate de calcium $(\text{HCOO})_2$, carbonate de soude $(\text{Na}_2 \text{CO}_3)$, oxyde de magnésium, carbonate de magnésium ou plus rarement avec les agents auto-basifiants.

b- Essorage

Cette opération sert à éliminer la matière tannante non fixée chimiquement et l'excès d'eau à l'aide d'une machine dite «essoreuse».

Les peaux humides perdent environ 50% d'eau et de produits non fixés sous l'action d'une forte pression.

c- Retannage

Un cuir uniquement tanné au chrome d'épaisseurs différentes inhérentes à sa nature, la nécessite un retannage.

Ce n'est que grâce à ce traitement que la fixation des chlorant est assurée. Les procédés du retannage se font avec des tannins synthétiques, tannins à base de résine.

d- Teinte

La teinture est une fixation des particules de matières colorantes, de manière superficielle ou profonde dans le cuir de façon à avoir une couleur bien déterminée. La pénétration des colorants au sein du cuir est due à la présence respective des groupes solubilisant, groupes aux chromes, groupes chromophores.

Un cuir tanné au chrome a une grande affinité pour les colorants anionique en milieu acide et une faible affinité pour les colorants cationiques en milieu basique.

e- Nourriture

Après les opérations de tannage une nourriture du cuir est nécessaire. Elle sert à enrober et graisser les fibres de derme tout en diminuant entre celles-ci le frottement ; ce qui donne une grande souplesse. Il existe différentes matières grasses incorporées au cuir.

Les huiles animales (les huiles de pieds de bœuf, de requin, de morue et de baleine). Les huiles végétales (arachide, olive, coton et Mais). Les huiles synthétiques (lipodorme licker I, lipodorme Licker II, coripol I.C.A et sondolise).

2-1-3-Atelier de finissage

On appelle finissage, l'ensemble des opérations mécaniques et chimiques qui débutent par la première application d'une solution sur le cuir fini qui peut- être mis en vente.

Dans tous les cas un cuir doit répondre à ces éléments :

- pigments organiques transparents et pigments minéraux couvrants
- éléments filmogirus « résine ».

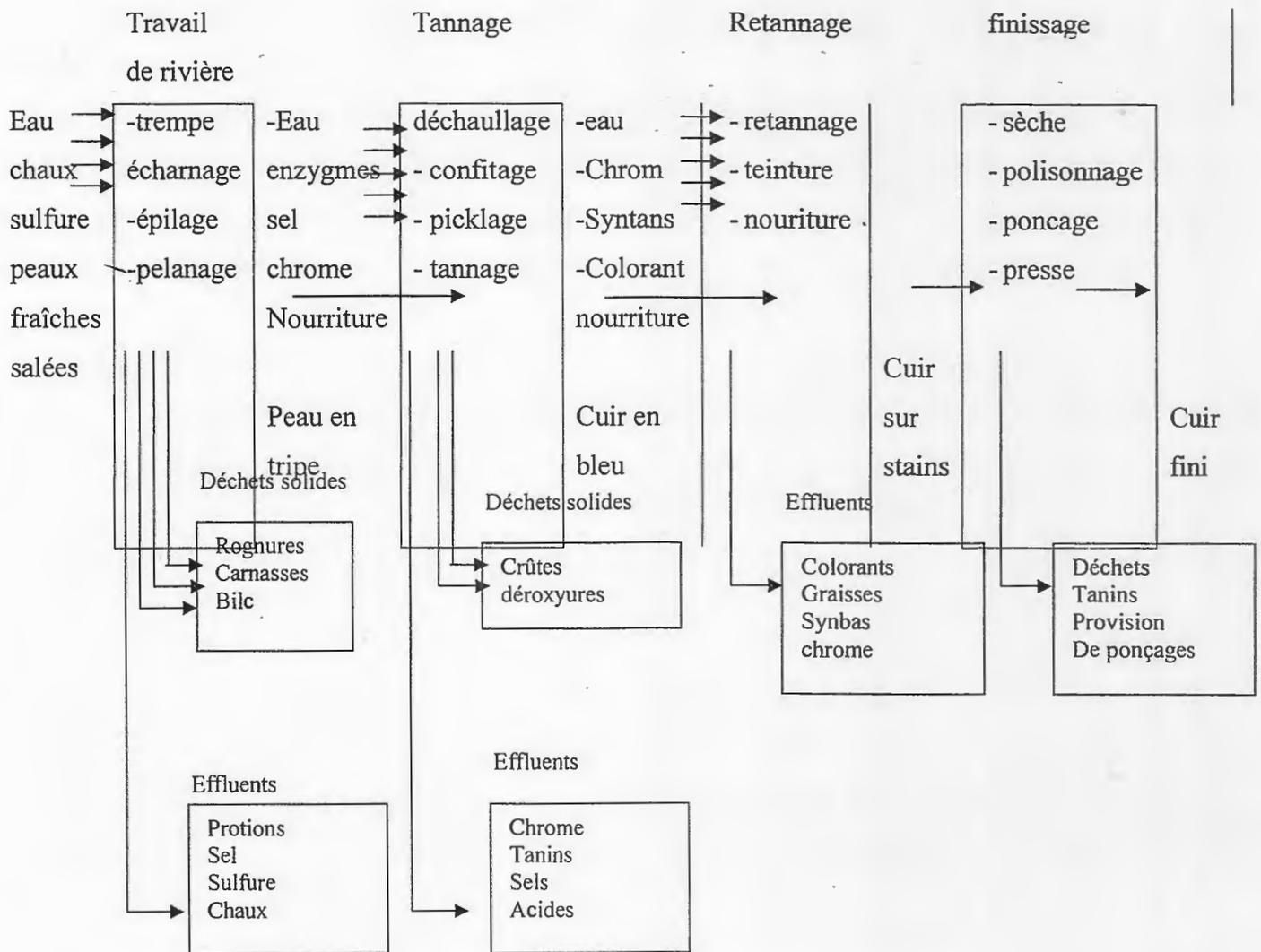
-adjuvant « cire empêchant le collage des cuirs au plaquage »

-Eléments véhiculeurs « H₂O + solvant »

-colorants

Tableau V - Produits utilisés dans la fabrication de cuir à la tannerie de Jijel (Lai b 2004).

Opération	Produits utilisés	Quantité Kg / j
trempe	Eau + tragol (moulant et dégraissant)	
Epilage - pelanage	Sulfure de sodium (Nams)	750 / <i>2</i>
	Chaux (Ca (OH) ₂)	780 - 1040
Déchaulage	Metabisulfite de sodium	842
Confitage	Confitenzimatique	15,6 - 156
Picklage	Chlore de sodium	187,2 - 310
	<i>Huile</i> formique	281
	<i>Acide</i> sulfurique	375,4
Tannage	Sulfate de chrome	1246 - 3120
	Bicarbonate de sulfurique	187,2 - 624
Retannage	Résine anionique	130
	Tanin synthétique	390
	Tanin végétal	390
Retannage minéral	Tanin minéral	520
	Tanin synthétique	260
Teinture	Colorant	52
nourriture	Huile vierge	156
	Huile sulfonée Sulfate anionique	390



(Fig.2) : Diagramme de fabrication du cuir à la tannerie de Jijel (T.A.J.)

2-2- Station d'épuration

L'objectif essentiel du traitement des eaux usées industrielles est de diminuer le volume des polluants organiques et inorganiques, (réduire la toxicité de ces polluants dans l'environnement).

2-2-1- Processus d'épuration

a- traitements des pelins

Les eaux provenant du pelanage seront récoltées dans un puisard en béton ayant une capacité utile de l'ordre de 50m³. les eaux auront été préalablement dégrillées par passage sur des grilles existantes situées dans les caniveaux à l'intérieur de l'usine et sur une grille à nettoyage automatique (écartement entre les barreaux = 20mm) se trouvant entre le chenal d'amenée des eaux et le puisard.

En suite, les eaux seront pompées à raison de 100m³ / h vers le filtre ROTOPASSL/ (grandeur des mailles = 0,5mm) qui enlèvera les poils, les chairs et les autres déchets présents dans

l'effluents. Les déchets ainsi séparés tomberont dans un container, ce qui permet une élimination facile.

Les eaux s'écouleront alors dans un dessableur circulaire équipé d'un agitateur lent maintenant une vitesse périphérique suffisante pour ne pas piéger des Bouestrop fines. Les sables déposés seront extraits pneumatiquement. les eaux ainsi traitées s'écouleront vers un bassin de désulfuration ayant une capacité utile de 300m^3 (240m^3 d'apport journalier + 60m^3 de tompon) agitées par deux turbines fixes qui fourniront, outre l'agitation nécessaire, l'oxygène destiné à l'oxydation des sulfures.

Cette oxydation aura lieu en présence d'un catalyseur (Mn SO_4) qui sera préparé et dosé par l'intermédiaire d'une cuve et de pompes.

Les eaux séjourneront au moins 6 heures dans le bassin avant d'être envoyées vers le bassin d'homogénéisation.

Le rendement de la sulfuration sera supérieur à 99%

b- Homogénéisation

Les eaux provenant du travail de rivière et du tannage seront conduites gravitairement dans le bassin d'homogénéisation. Les eaux auront été préalablement dégrillées par passage sur les grilles existantes situées dans les caniveaux à l'intérieur de l'usine et sur une grille de nettoyage automatique (écartement entre les barreaux = 20mm) se trouvant entre le chenal d'amenée des eaux et le puisard.

Le bassin d'homogénéisation aura une capacité utile de 2800m^3 d'apport journalier du pelanage + 300m^3 de tompon).

Les eaux dans ce bassin seront agitées et aérées par 2 turbines tournant autour d'un axe horizontal. L'ensemble sera monté sur flotteur pour suivre le niveau de l'eau.

Ce bassin permettra aux eaux de s'homogénéiser tant au point de vue composition que pH, ce qui rendra possible leur auto neutralisation et leur auto floculation.

Elles seront alors pompées à débit constant 24 h / 24 vers le traitement physico-chimique.

c- Traitement physico chimique

Les eaux homogénéisées traverseront d'abord une chambre de mélange agitée par un agitateur rapide (temps de séjour = 11 -12 minutes) qui mélangera l'effluent à des agents neutralisants, acide ou chaux si nécessaire et dont l'injection sera réglée par le pH - mètre.

L'eau passera ensuite dans une chambre de floculation avec ajout de sulfate d'aluminim (temps de séjour = 20 minutes) agitée par un agitateur lent qui permettra aux floccs formés de grossir. Dans cette chambre sera aussi dosé des poly électrolytes.

Les eaux ainsi traitée abandonneront leurs floccs en suspension dans un décanteur raclé Elles y séjourneront au moins 2 h et leur vitesse ascensionnelle sera de 0,9m/h.

Les eaux peuvent alors s'écouler vers les égouts municipaux. Les rendements d'épuration dans des conditions normales étant de l'ordre de :

-M.E.S :90%

-D.C.O :70%

-D.B.O :85%

-Cr⁺³ :95%

d- Traitement biologique

Les eaux traitées de façon physico-chimique s'écouleront vers un traitement biologique fonctionnant suivant le principe des Boues activée à faible charge. L'aération sera fournie par des brosses types mammuthrotor. La pollution organique en solution sera ainsi mise en suspension et les particules ainsi formées seront séparées de l'eau traitée dans un décanteur, appelé décanteur secondaire. Les Boues qui y décantent seront pour une part recyclées en tête du traitement biologique et pour une autre envoyées vers le traitement des boues.

e- Traitement des Boues

Les Boues recueillies dans le fond du décanteur primaire et les Boues en excès du traitement biologique seront pompées dans un épaisseur. les Boues épaissies à environ 5 à 6% sont envoyées par des pompes excentriques vers un filtre à bande après avoir été conditionnées chimiquement par ajout de poly électrolytes.

L'eau du filtrant retournera vers le bassin d'homogénéisation les Boues sèches seront transportées par une courroie vers un combiner et évacuées soit en décharge, soit comme ammendement et ou engrais pour les cultures.

Dans ce cas on tiendra compte des remarques reprises à la page ci-après.

Tableau VI - Capacité de la station et de traitement (Laib ; 2004)

Paramètres \ Bassin	Bassin de désulfuration	Bassin d'homogénéisation	Bassin de décantation primaire	Bassin d'aération	Bassin de décantation secondaire
Capacité utile (m ³)	300	2800	258	2500	497
Temps de séjour de l'eau (heure)	6	48	2	10 - 8	5

- Débit de pompage de l'eau par heure = $100 \text{ m}^3 / \text{h}$
- Débit de pompage de l'eau par jour = $2500 \text{ m}^3 / \text{h}$
- Nombre d'agitation par bassin = 02 turbine
- Nombre de brosses d'aération dans le bassin d'aération = 04
- Boues activée de faible charge
- Capacité du moteur d'aération = $48 \text{ Kg O}_2 / \text{h}$
- Nombre de bassin = 01 bassin pour chaque étape de traitement

3- Echantillonnage et techniques de mesure

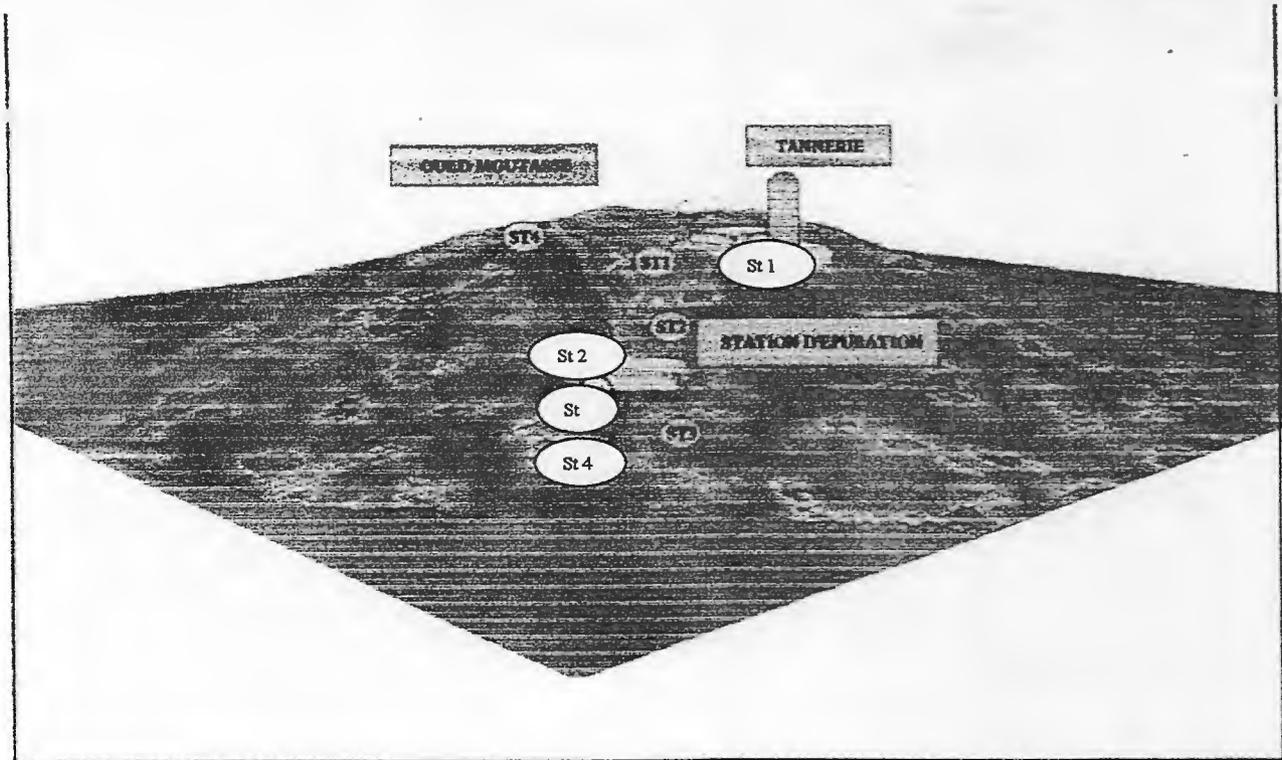
3-1- Plan d'échantillonnage

Quatre stations ont été choisies au sein de notre site d'étude, la station 1 (st1) a été sélectionnée de façon à être loin de toute source de pollution. Elle est située dans l'usine de fabrication de cuir et ne reçoit que des eaux assez propre ou l'eau brute (avant l'utilisation dans l'industrie du cuir), les eaux de cette station sont claires.

La deuxième station (st 2) représente le bassin d'homogénéisation de la station d'épuration de l'unité (entrée de la station d'épuration). Cette station est chargée des eaux usées résiduares brutes de la tannerie. La couleur de ces eaux est très sombre (noirâtre). Cette station reçoit 500 m^3 d'eaux usées par jour.

La troisième station (st3) représente le bassin de décantation secondaire. Elle représente la sortie des eaux résiduares après leur passage par la station d'épuration. La couleur de cette eau est moins sombre que celle de la station précédente, mais elle reste quand même turbide (grisâtre).

La quatrième station est située à environ 20m en aval de la station d'épuration de l'unité. Cette station collecte toutes les eaux usées urbaines et résiduares des agglomérations avoisinantes ainsi que celle de la tannerie. La pente à ce niveau est faible. Les eaux de cette station sont très sombres et noirâtres. Nous notons également la présence des ordures ménagères et des rejets agricoles



(Figure. 4) : Localisation de la zone d'étude et des stations de prélèvement

3-2- Campagnes de prélèvements

Dans le but de suivre l'évolution de la pollution causée par les eaux usées de la tannerie de Jijel, six campagnes de prélèvements ont été réalisées :

- campagne N°1, le 22/03/2005
- campagne N° 2, le 11/04/2005
- campagne N° 3, le 20/04/2005
- campagne N° 4, le 26/04/2005
- campagne N° 5, le 07/05/2005
- campagne N° 6, le 15/15/2005

3-3- Technique de prélèvements des échantillons

Les techniques d'eau ont été prélevés suivant la méthode décrite par RODIER (1984). La quantité d'eau à prélever tient compte des dosages à effectuer et pour certaines analyses des conservateurs ont été utilisés. Les échantillons ont été prélevé dans les bouteilles en polyéthylène (pour la DBO_5 : nous avons utilisé des bouteilles en verre fumée) . Les échantillons sont filtrés sur membrane filtrante à l'aide d'une pompe à vide et conservés au réfrigérateur (T° de $0^\circ C$ à $4^\circ C$) en attendant le dosage.

3-4- Méthode d'analyse physico- chimiques

Tableau VII : Les méthodes utilisées pour les différents dosages

Paramètres étudiés	Méthodes	Unités
1. Mesure de la température	utilisation d'un thermomètre classique	°C
2. Mesure de PH	utilisation des PH- mètre électrique	
3. Mesure de la conductivité	utilisation d'un conductimètre du type HANA	$\mu\text{S.cm}^{-1}$
4. Mesure des matières en suspensions (MES)	selon la méthode de HACH, 1979	mg.l^{-1}
5. Mesure de la demande biochimique en oxygène (DBO_5)	selon la méthode de HACH, 1979	mg.l^{-1}
6. Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO).	selon la méthode de HACH, 1979	mg.l^{-1}
7. Mesure du sulfure.	selon la méthode de HACH, 1979 (Dosage volumétrique).	mg.l^{-1}
8. Mesure de chaleur	selon la méthode de HACH, 1979 (Dosage volumétrique).	mg.l^{-1}
9. Chrome total	selon la méthode de HACH, 1979 (Dosage volumétrique).	mg.l^{-1}
10. Manganèse	selon la méthode de HACH, 1979	mg.l^{-1}
11. Aluminium	selon la méthode de HACH, 1979	mg.l^{-1}
12. Ammonium (NH_4^+)	selon la méthode de Aminot et Chaussepied, 1991	mg.l^{-1}
13. Phosphates (PO_4^{3-})	selon la méthode de Aminot et Chaussepied, 1991	mg.l^{-1}
14. Nitrates (NO_3^-)	selon la méthode de Rodiez, 1996	mg.l^{-1}
15. Dureté total (TH)	selon la méthode de HACH, 1979	°F
16. TA et TAC	selon la méthode de HACH, 1979	°F

RÉSULTATS ET DISCUSSION

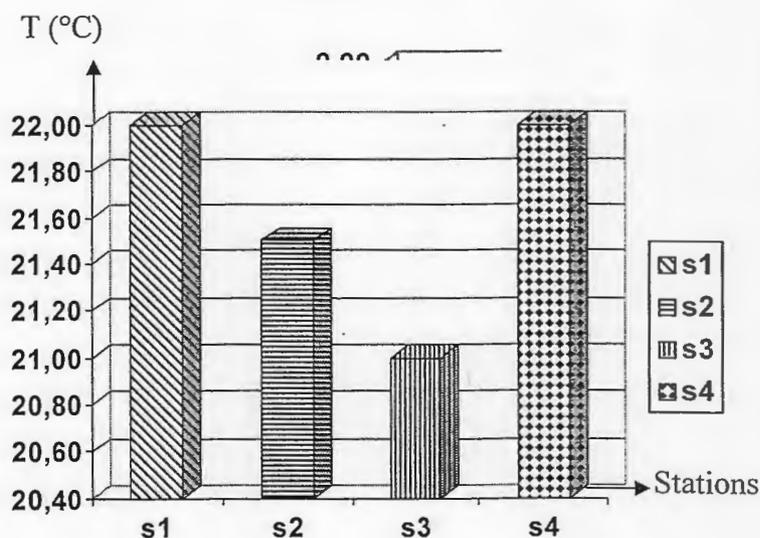
Résultats et discussion

Justification de choix des paramètres physico-chimiques

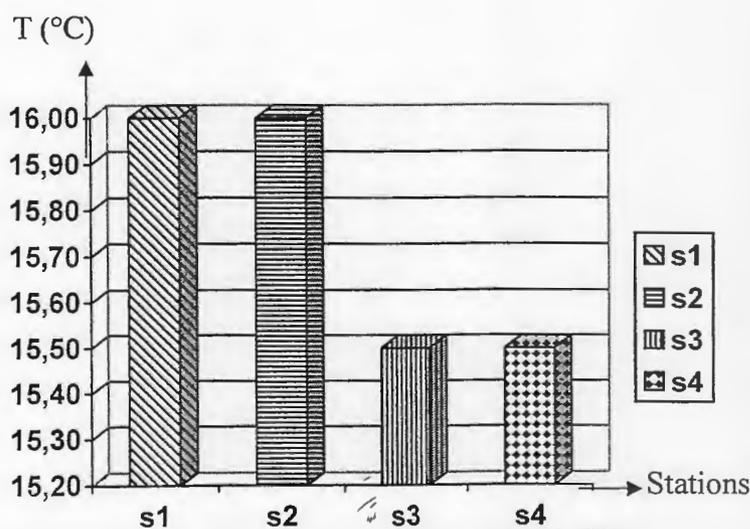
L'intérêt croissant porté à la qualité de l'eau dans ces multiples aspects et usages, conduit à définir pour les eaux usées un certain nombre de paramètres physico-chimiques, dans le but de diagnostiquer le degré de pollution et par conséquent les effets néfastes sur l'environnement.

1-la température (°C) :

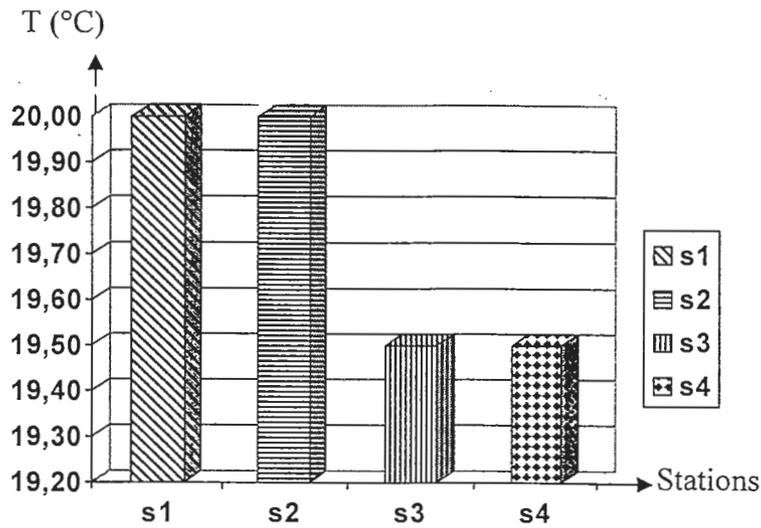
L'examen des figures ci-dessous permet de constater que les valeurs de températures de l'eau ne varient pas beaucoup d'une station à l'autre. La valeur maximale de température relevée pour les quatre stations est 23,5°C durant les mois d'Avril et Mai, et le minimum est de 15,5°C enregistré durant le mois d'Avril (voir Annexe II).



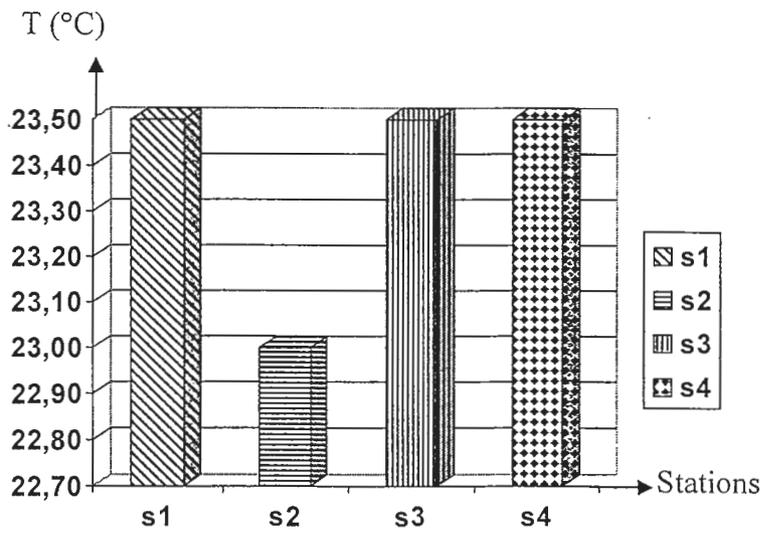
(Fig.5). Variation du température de l'eau (03/05).



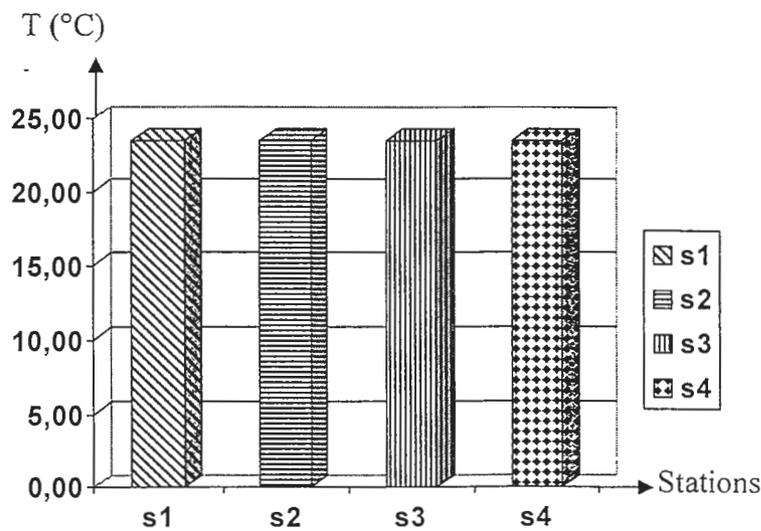
(Fig.6). Variation du température de l'eau (11/04/05).



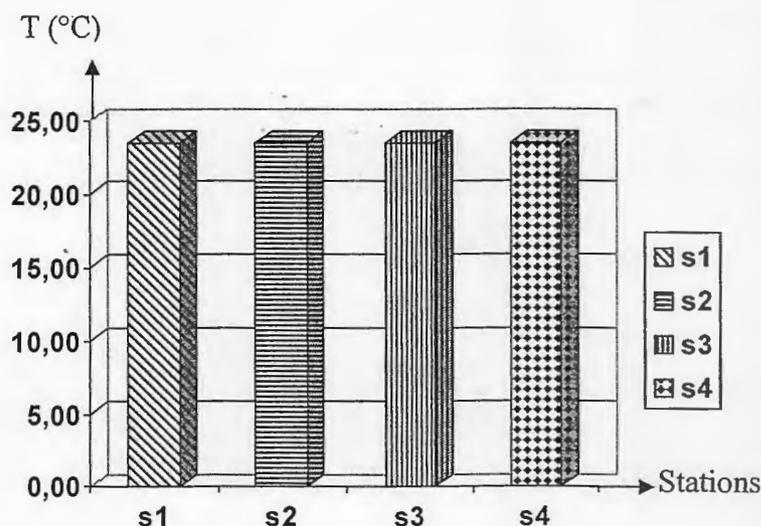
(Fig.7) . Variation de la température de l'eau (20/04/2005).



(Fig.8). Variation du température de l'eau (26/04/05).



(Fig.9). Variation de la température de l'eau (07/05/05).



(fig. 10). Variation de la température de l'eau (15/05/05).

La température est un facteur écologique de première importance (Ramade, 1993) dont les effets sur les êtres vivants déterminent ; par exemple le référendum thermique qui est de 15°C pour la truite et 13°C pour le gardon. Les températures basses affectent l'autoépuration des rivières car les réactions d'oxydation sont ralenties. Au contraire, une température plus élevée accélère ces réactions, mais entraîne une forte consommation de l'oxygène dissous par accroissement de la productivité biologique. Elle peut également influencer l'absorption des métaux lourds par les plantes en affectant leur spécification (Gaujous, 1995).

Une température inférieure à 10°C ralentit les réactions chimiques dans les différents traitements des eaux.

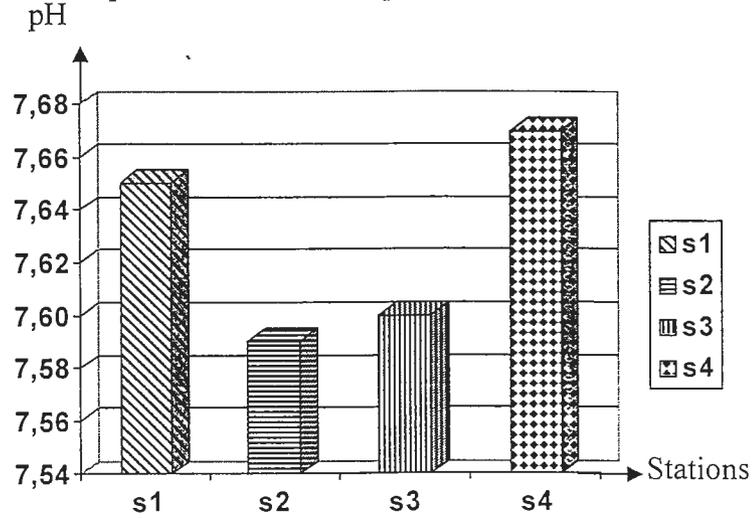
L'effet catalytique des enzymes est fonction de la température, passe par un maximum entre 33 et 35°C. Mais, toutes ces réactions consomment de l'oxygène ; si leur importance augmente, la teneur en oxygène dissous diminue et il peut alors apparaître de l'hydrogène, du sulfure, du méthane, des chaînes partiellement oxydées, avec comme conséquence des odeurs et des goûts désagréables (Rodier, 1996).

Les résultats obtenus pendant les 06 campagnes de prélèvement nous permettent de constater que les valeurs de la température sont dans les limites sûres du niveau national et international (<30°C), (Journal officiel de la république Algérienne n°46, 1993). Elles varient de 21.08°C à 21.41°C, ces valeurs semblent être moins variables d'une station à l'autre.

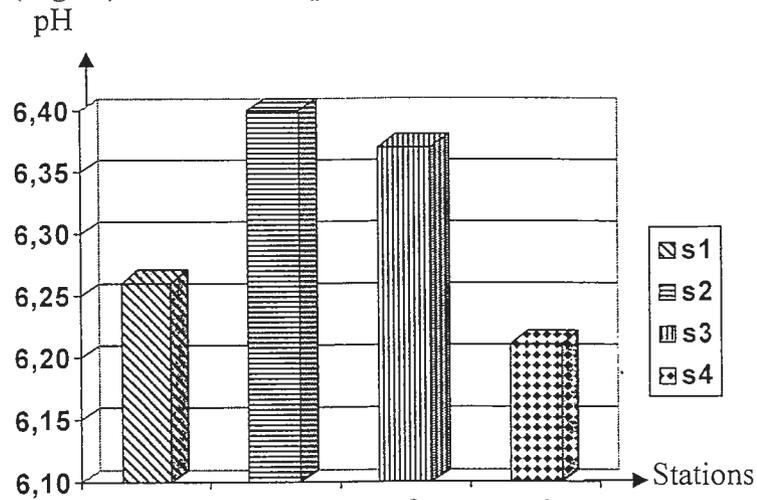
L'étude qui a été menée par Tripathi et al, 1998 sur la pollution de la rivière Gange causée par les tanneries a montré que la température de ses eaux est généralement ambiante.

2-Le pH

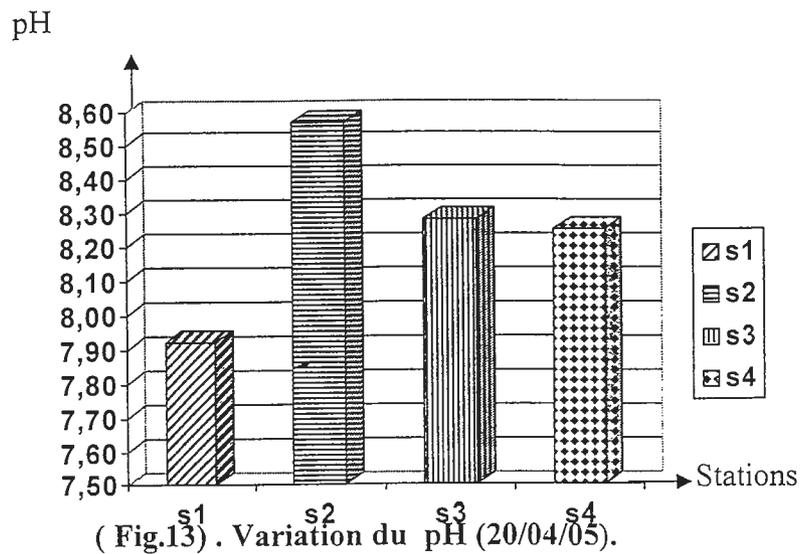
Selon les figures ci - dessous les valeurs du pH de l'eau ne varient pas beaucoup d'une station à l'autre au cours du même mois. Les valeurs extrêmes de pH sont de 8,63 enregistrés au mois de Mai (07/05/05) à la station (02) et 6,21 au mois d'Avril (11/04/05) a la station 04). La moyenne est de l'ordre de 7,45 pour l'ensemble des quatre stations.



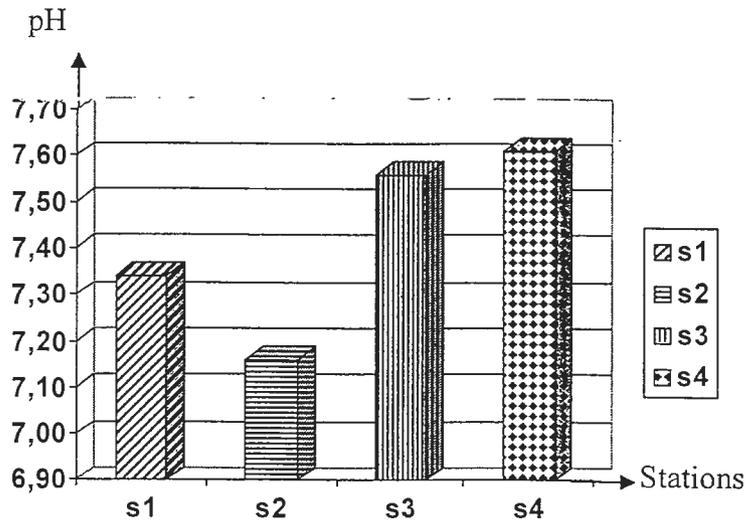
(Fig.11). variation du pH de l'eau (22/03/05).



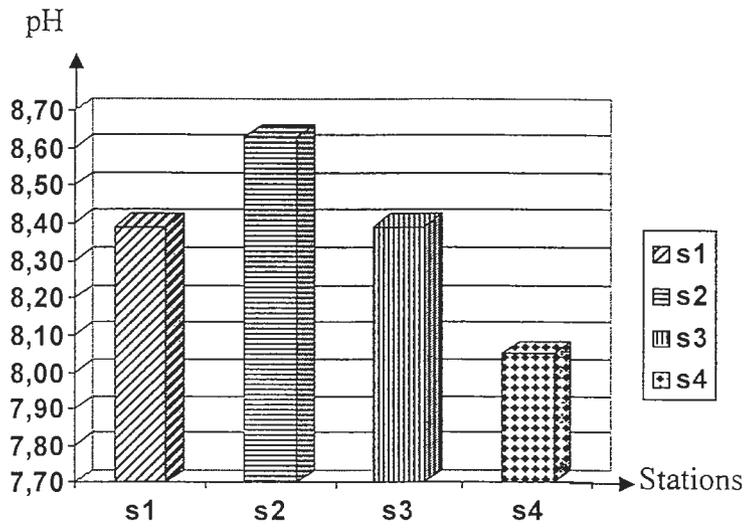
(Fig.12) . Variation du pH (11/04/05).



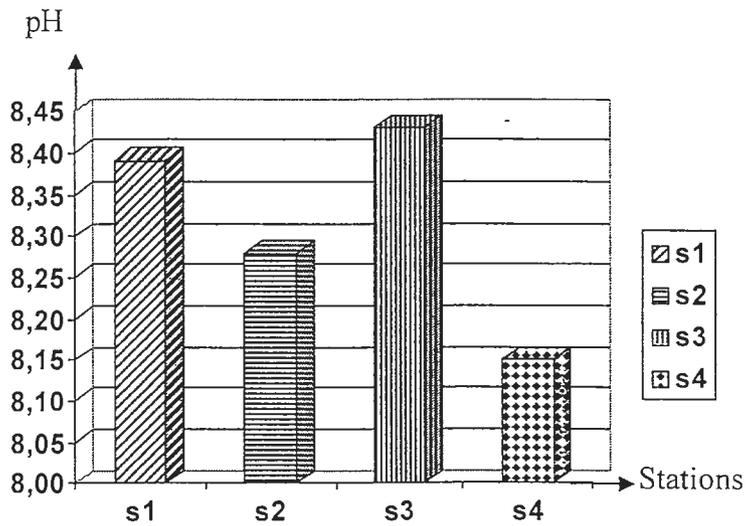
(Fig.13) . Variation du pH (20/04/05).



(Fig.14). Variation du pH (26/04/05).



(Fig.15). variation du pH (07/05/05).



(Fig.16). Variation du pH (15/05/05).

Au Canada, d'après Jeveries et al, (1998), on utilise le pH des écosystèmes aquatiques comme paramètres représentant les relations complexes entre la chimie de l'eau et les effets biologiques.

Le pH représente le degré d'acidité ou d'alcalinité du milieu aquatique.

Un pH compris entre 6 et 9 permet un développement de la faune et de la flore aquatique. Les organismes vivants sont très sensibles aux variations brutales mêmes limitées du pH. L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur l'équilibre ionique des autres éléments en augmentant ou en diminuant leur toxicités (Gaujous 1995). Il joue également un grand rôle dans l'absorption et l'accumulation des métaux. Plus le pH est acide, plus les plantes en accumulent.

Notre étude a montré que les valeurs du pH concordent avec les normes nationales et internationales (5,5-8,5) ; (Journal officiel de la République Algérienne N° 46, 1993).

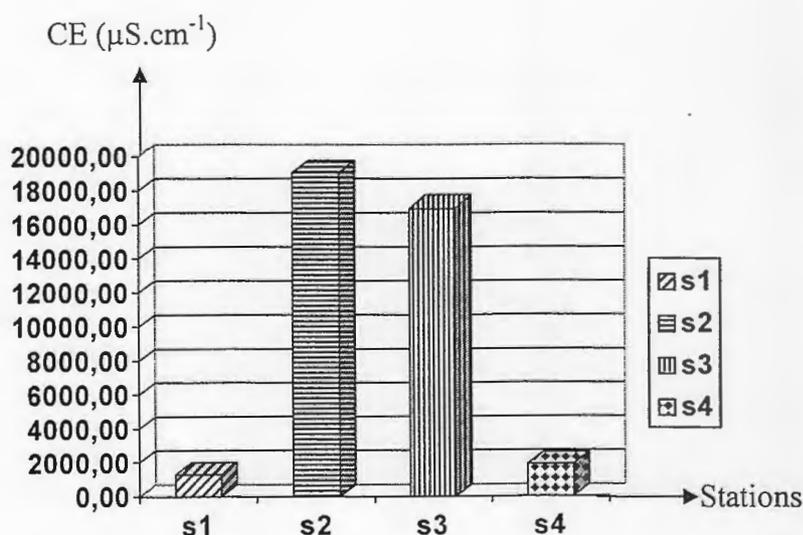
D'une façon générale, les eaux très calcaires ont un pH élevé et celle provenant de terrains pauvres en calcaires ou siliceux ont un pH voisin de 7 et quelque fois un peu inférieur (environ 6) (Rodier, 1996).

Le pH des eaux à analyser est presque neutre. Il oscille entre 6,64 et 7,77 dans toutes les stations étudiées. Ce pH présente une légère variation suivant les stations étudiées.

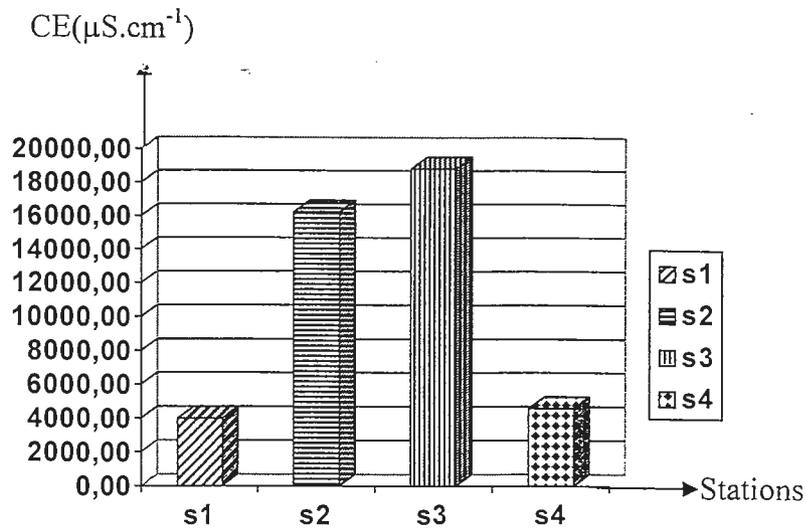
Selon (Tripathi et al, 1998), le pH des effluents résiduaire des tanneries versés dans la rivière Gange au Nord de l'Inde a une moyenne de 09,20.

3- La conductivité électrique (CE)

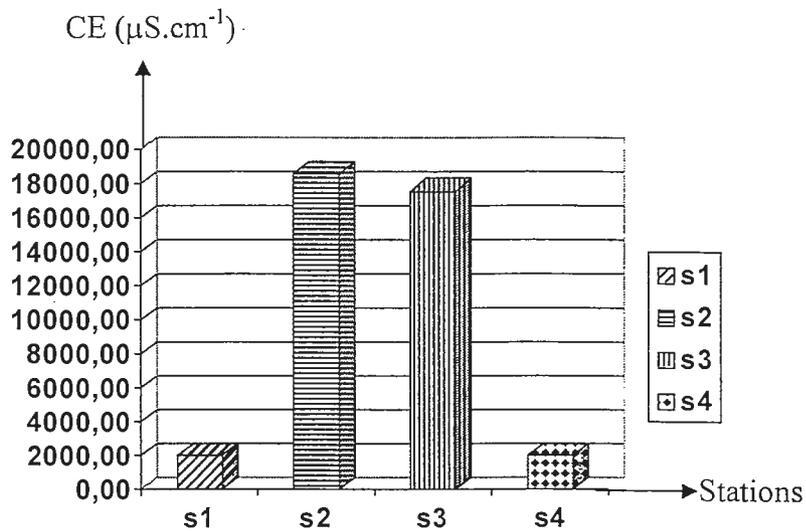
Nous constatons d'après les figures dessous que les stations 02et03ont les CE les plus élevées



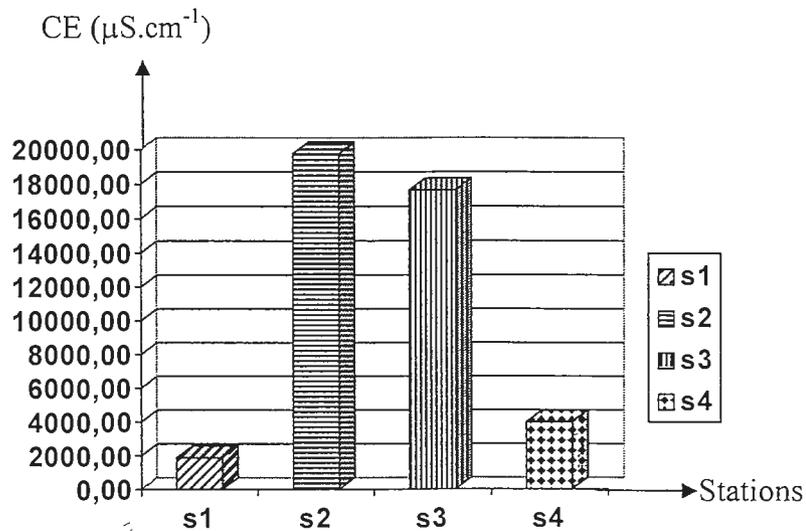
(fi.g.17). variation de la conductivité (CE) de l'eau (22/03/05).



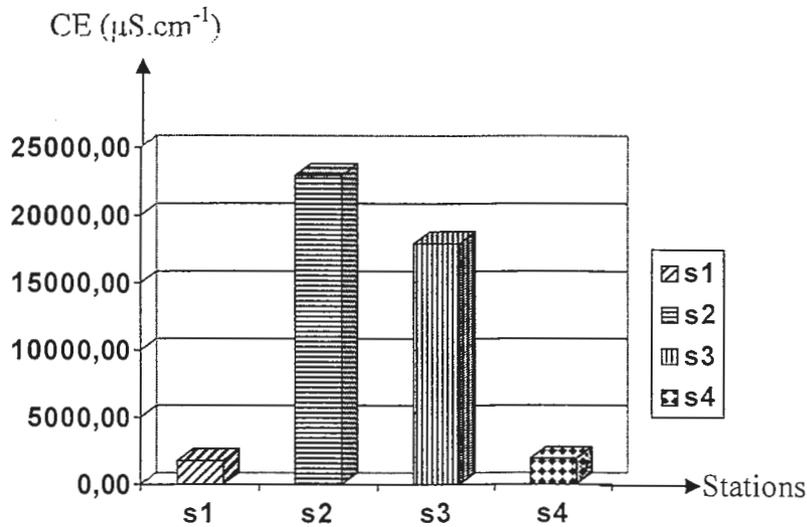
(fi.g.18). Variation de la conductivité (CE) de l'eau (11/04/05).



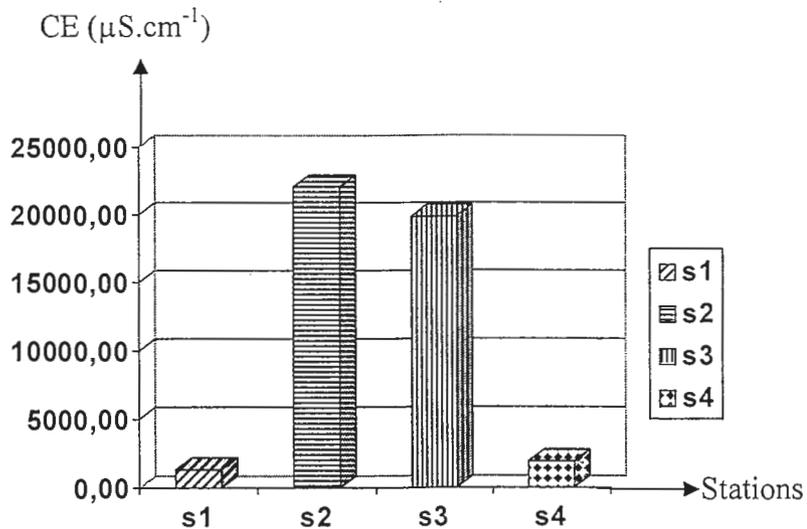
(fi.g.19). Variation de la conductivité (CE) de l'eau (20/04/05).



(fi.g.20). Variation de la conductivité (CE) de l'eau (26/04/05).



(fi.g.21). Variation de la conductivité (CE) de l'eau (07/05/05).



(fi.g.22). Variation de la conductivité (CE) de l'eau (15/05/05).

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale des eaux de rivières. Elles sont liée à la qualité des sels ionisables dissous (Rodier, 1996).

Des valeurs supérieures à 1000 μS.cm⁻¹ indique une très forte charge des éléments minéraux, c'est le cas pour toutes les stations, ce qui peut être expliqué par le fait que la minéralisation de la matière organique, s'accélère dans des eaux à température élevée, à tendance alcalines et en présence d'ion de calcium (EGGLISHOW , 1968).

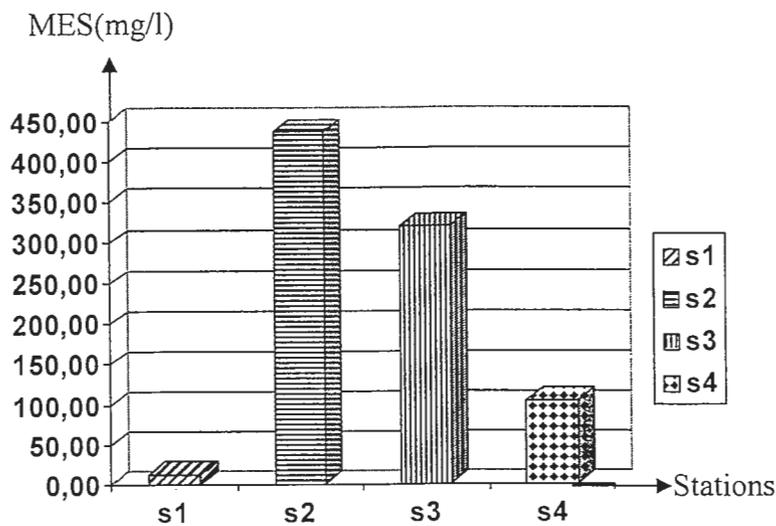
Pour l'ensemble des stations, on observe une CE très élevée (10670.41μS.cm⁻¹) qui traduit une minéralisation excessive selon Nisbet et Verneaux (1970) (CE>1000μS⁻¹cm).

Les stations (st 1), (st 2), (st 3) reçoivent tous les effluents de la tannerie de Jijel, ce qui explique les valeurs élevées de ces dernières, tandis que la station (st 4) qui présente la plus faible (2056.66 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) reçoit les eaux brutes.

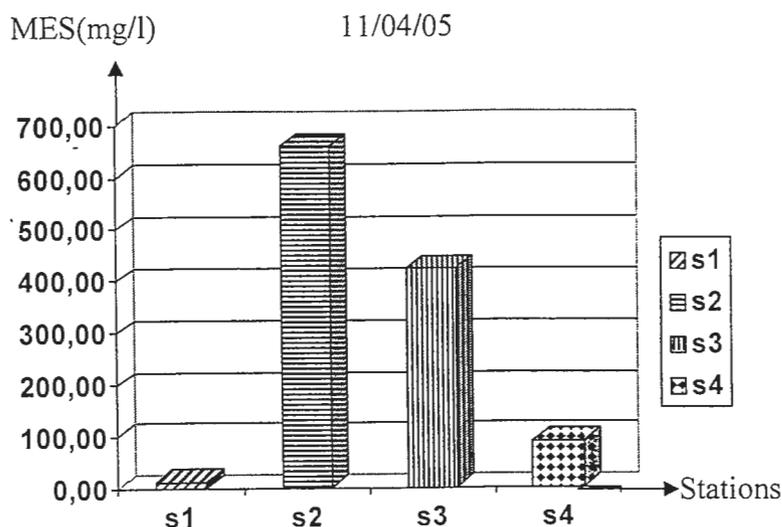
Les valeurs de conductivité électrique ont dépassé les limites admises par CEE (1250 $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) et système Français (2000 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)

4- Les matières en suspension (MES)

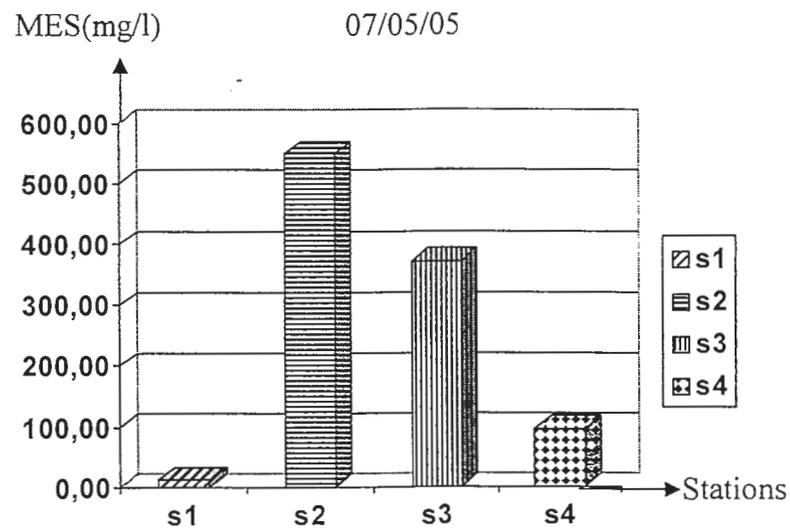
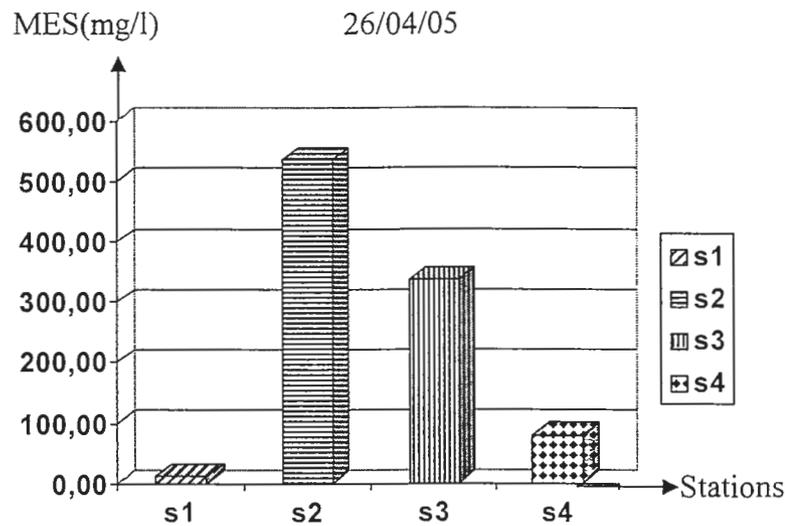
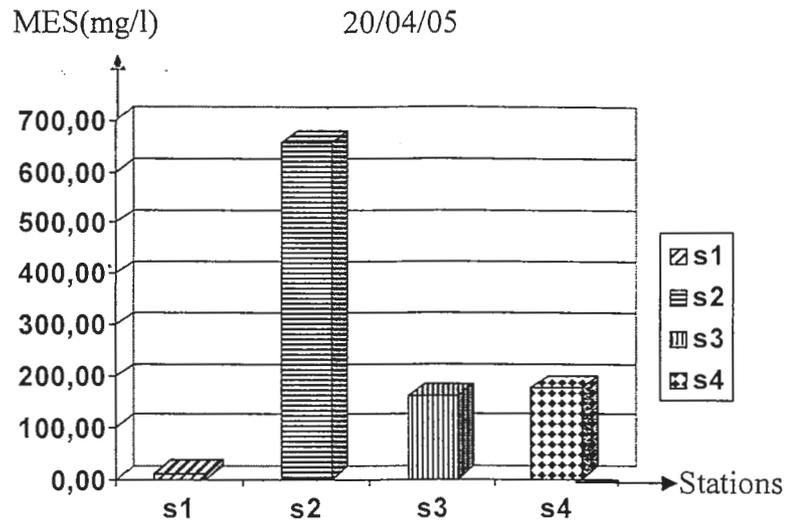
L'examen des figures ci-dessous permet de constater que les matières en suspension (MES) dans l'eau sont variables d'une station à l'autre et d'un prélèvement à l'autre. Les valeurs extrêmes de M.E.S relevées sont 660 mg/l au mois d'Avril (11/04/05) à la station 02 et 12 mg/l à la station 01 pendant toute les campagnes de prélèvement.

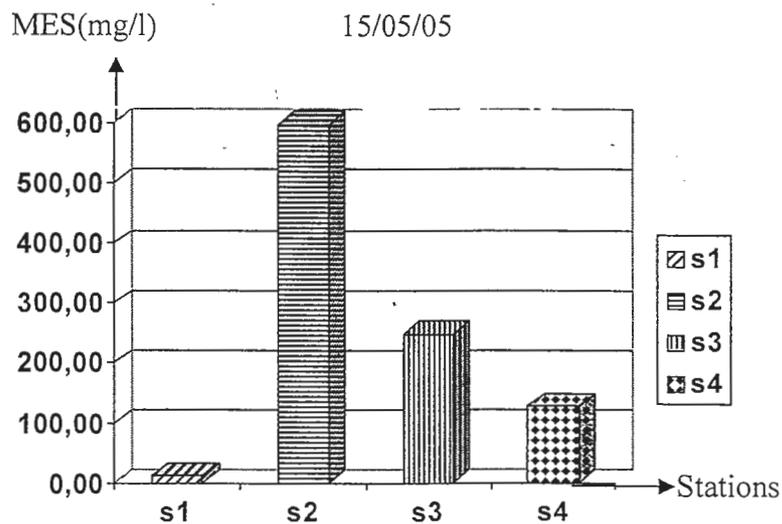


(fi.g.23). Variation de MES dans l'eau (22/03/05).



(fi.g.24). Variation de MES dans l'eau (11/04/05).





((fi.g.28). Variation de MES dans l'eau (15/05/05).

Les valeurs moyennes des matières en suspension sont très élevées, respectivement dans les stations 02 et 03 et sont constantes dans les stations 01 et 04.

Les matières en suspension sont ni solubilisées ni colloïdales (Berné, 1990). Elles comportent des matières organiques et des matières minérales (Gaid, 1984). Les effluents traités des stations d'épuration d'eau ne doivent pas contenir plus de 30 mg/l (Vaillant, 1973).

A la station (st₁), l'eau brute a une concentration en matières en suspension égale à 12 mg/l donc conforme aux normes nationales et internationales (< 30 mg/l) (Journal officiel de la République Algérienne N°46. 1993).

Par contre, nous observons des différences concentrations en MES particulièrement importantes. Pour les stations (st₂ et st₃). L'élévation des MES est attribuée aux rejets industriels de la tannerie.

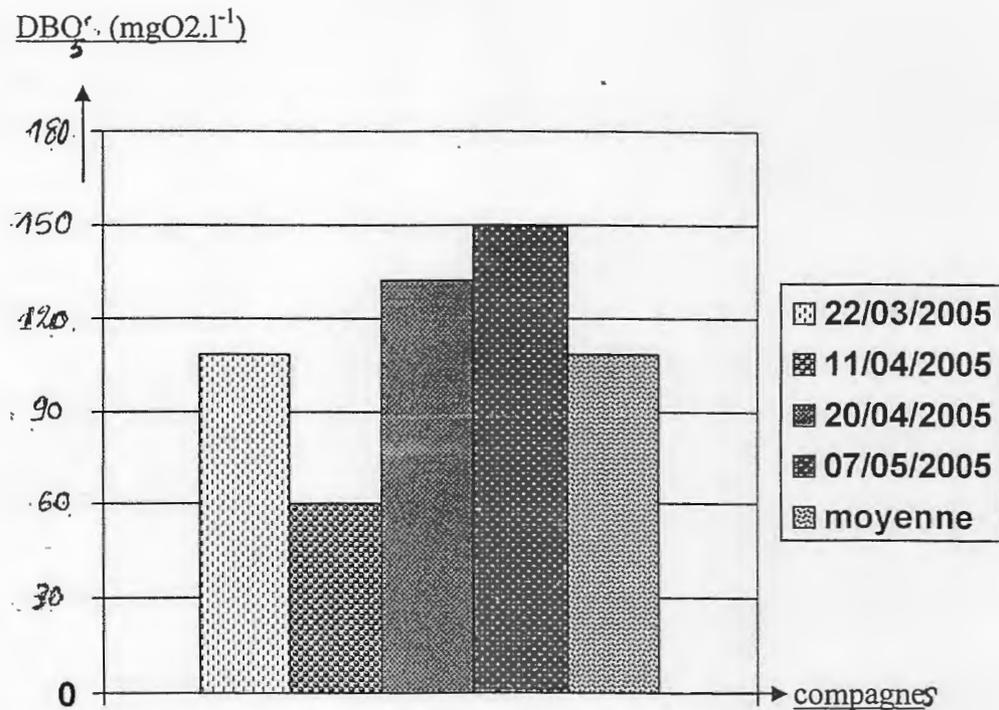
Pour la station (st₄) normalement les valeurs des MES sont plus élevées que les stations (st₂ et st₃) puisque la pollution du cours d'eau d'oued Mouttas est due non seulement aux rejets industriels de la tannerie mais aussi aux rejets solides domestiques déversés dans le milieu récepteur par les habitants de la région. On peut justifier le résultat par la dilution importante suite à une pluviométrie importante qui s'est étendue sur une longue période cette année.

Dans l'ensemble, durant les six campagnes de prélèvement, des variations très importantes sont observées d'une station à une autre.

Dans les rivières Gange au nord de l'Inde, Tripathi et al, (1998) ont reporté que les concentrations des matières en suspension dans les effluents résiduaux des tanneries sont très élevées (Moyenne de 40100 mg/l).

5 - Demande biochimique (biologique) en oxygène (DBO₅)

Les valeurs moyennes de la DBO₅ varient de 150 mg/l pour la station 04 à 80mg/l pour la station 01.



(Fig. 27): Les valeurs moyennes de la DBO₅ de l'eau pour la station 03.

La DBO₅ est un critère de pollution bien adapté aux eaux peu ou modérément polluées. Elle exprime les besoins en oxygène d'une eau de surface ou des eaux résiduaires urbaines et industrielles. La DBO₅ constitue l'essai de laboratoire le plus simple pour connaître ce qu'on appelle la cinétique du phénomène de pollution. Les résultats permettent d'évaluer l'effet des décharges des déchets sur les ressources en oxygène des eau réceptrices (Vaillant, 1973).

D'après Rodier (1996), ainsi que les directives du conseil de la communauté européenne, les eaux superficielles destinées à la production d'eau alimentaire, qui subissent un traitement physique simple et décontamination microbienne, la valeur guide doit être inférieure à 3 mg /l d'O₂. Pour un traitement normal physique et chimique avec décontamination microbienne, la valeurs guide doit être inférieure à 5 mg /l d'O₂.

Pour la demande biochimique en oxygène (DBO₅) des effluents résiduels de la tannerie de Jijel, ont montré des valeurs plus élevées que les limites guides nationales et internationales (40 mg /l) ; (Journal officiel de la république Algérienne n°46, 1993), cette élévation est attribuée aux rejets industriels de la tannerie toujours très chargés en matières organiques.

Les opérations d'épilage – pelanage causent une élévation en DBO_5 (est représentée environ 40% de demande biochimique en oxygène). La DBO_5 élevée peut être donc attribuée aux poils pulpe et couches seches. (Dyanandau et al, 2003).

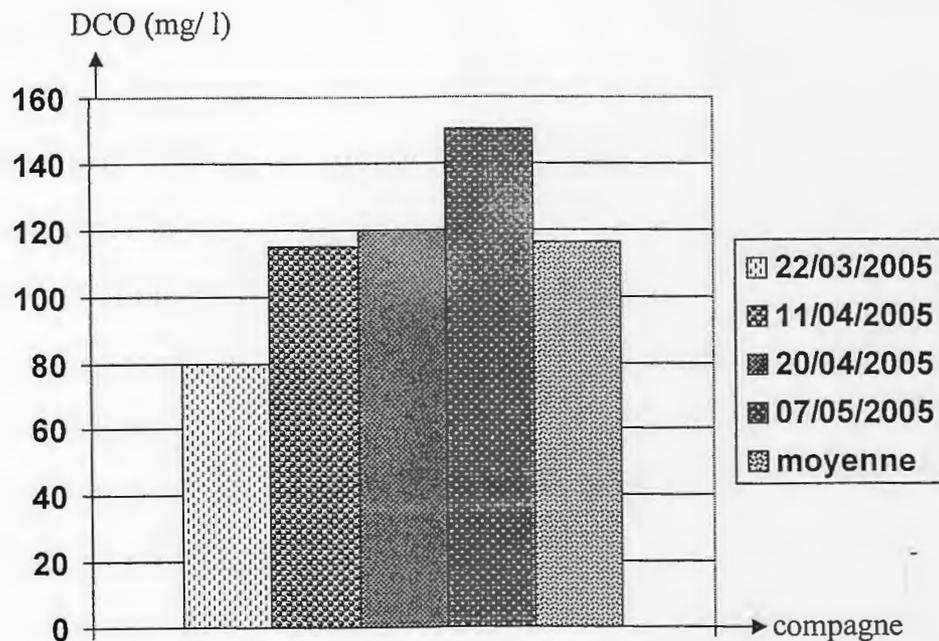
Tripathi et al, 1998, reportent que la DBO_5 des effluents résiduaux des tanneries dans la rivière Gange au Nord de l'Inde a atteint 2496 mg O_2 /l.

En théorie, il a été démontré que l'augmentation de la DBO_5 est inversement proportionnelle à l'augmentation de la température, plus la température augmente et plus la solubilité de l'oxygène dans l'eau diminue et plus la biodégradabilité de la matière organique diminue.

6- La demande chimique en oxygène (DCO)

Pour les eaux de la station 03 (eau sortie de la STEP), la valeur la plus élevée est relevée au mois de Mai 150 mg / l, la plus faible est observée au mois de Mars, 80 mg /l (fig.30).

La demande chimique en oxygène (DCO) de cette station présente une moyenne de 116,25 mg/l durant les 04 campagnes de prélèvement. Elles présentent des variations moins importantes d'un prélèvement à l'autre.



(Fig.30) . Les valeurs de la DCO de l'eau de la station 03 étudiée pendant quatre campagnes de prélèvement.

La DCO correspond à un test permettant d'estimer la teneur en matière organique d'une eau et donc mesure du carbone organique total, à l'exception de certains composés aromatiques, tel que le benzène, qui ne sont pas complètement oxydés dans les égouts, les eaux résiduaux industrielles ainsi que les eaux polluées, en général, consomment de l'oxygène par des actions réductrices sans intervention de microorganismes. Cette demande d'oxygène peut être satisfaite rapidement en une heure par exemple.

Les eaux résiduaires de la tannerie montre une DCO qui entre dans les valeurs limites nationales et internationales (120mg/l) ; (Journal officiel de la république Algérienne n°46, 1993).

Tableau VIII -classification de la station 03 selon les teneur en DCO selon la grille d'appréciation de qualité globale de l'eau (Masson ,1988).

DCO mg / l d'O ₂	Qualité	Stations
< 20	Excellente	
20 à 25	Bonne	
25 à 40	Passable	
40 à 80	Médiocre	
> 80	Pollution excessive	St ₃

D'abord Tripathi et al, 1998 ont rapporté que la demande chimique en oxygène des effluents résiduaires des tanneries dans la rivière Ganga au nord de l'Inde a atteint 6854 mg /l.

7- Rapport (DCO / DBO₅)

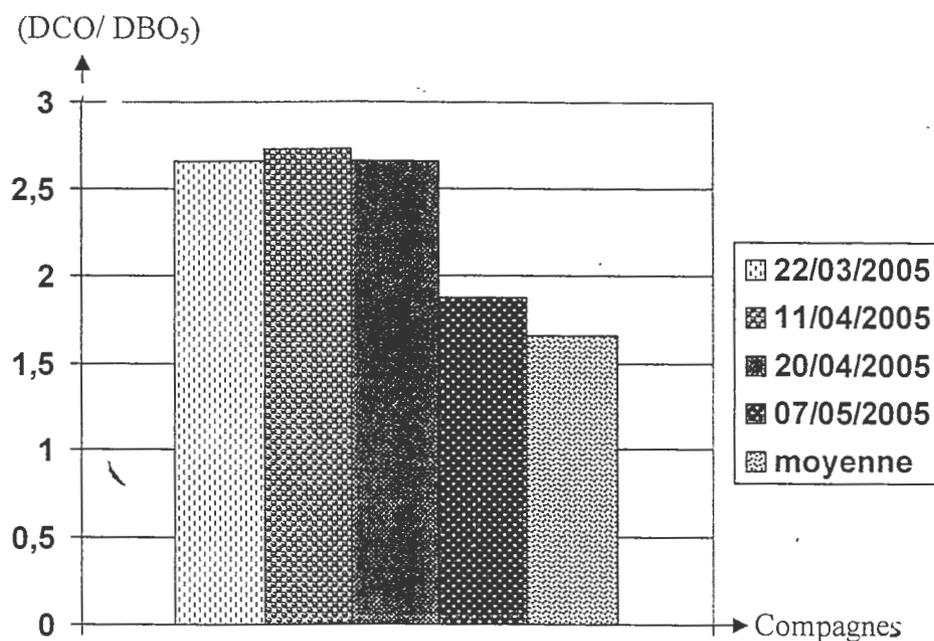
Ce rapport définit la biodégradabilité de la matière organique calculée à partir de l'équation suivante :

$$F = \text{DCO} / \text{DBO}_5$$

L'équation permet la classification suivante :

- Si $F = 1$; eau potable
- Si $1,4 \leq F \leq 2,5$: eaux usées domestique
- Si $2,5 \leq F \leq 3,5$: eaux usées industrielles

Les valeurs de rapport DCO / DBO₅ sont variables d'un prélèvement à l'autre. Les valeurs extrêmes de ce rapport sont 2,73 au mois d'Avril et 1,87 au mois de Mai. La valeur moyenne est de l'ordre de 2,50 pendant les quatre campagnes de prélèvement.



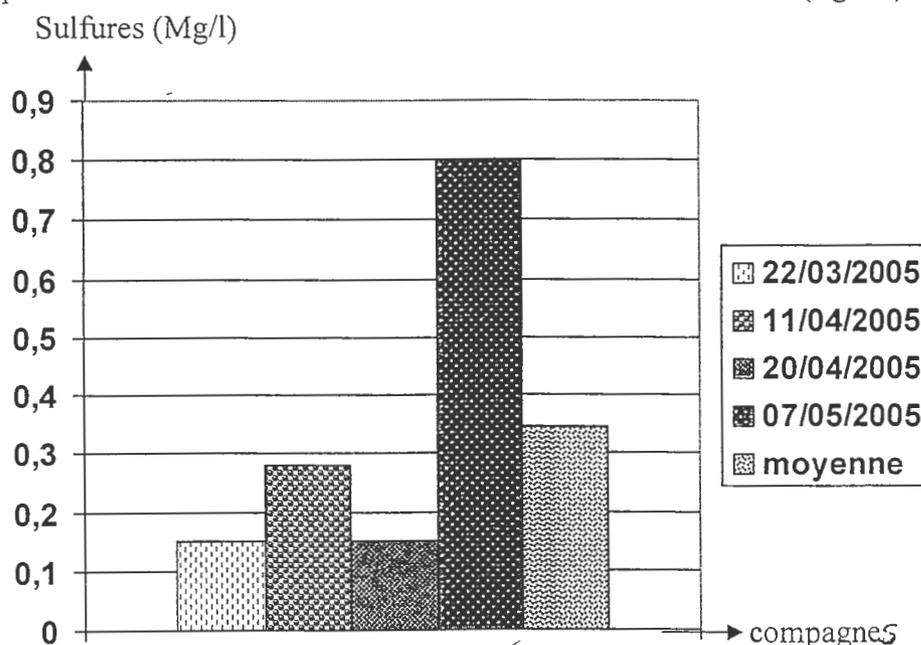
(Fig.11) : Les valeurs des rapports (DCO/DBO₅) de l'eau de la station 03.

Les valeurs du rapport de la DCO/DBO₅ montrent que les eaux de la station 03 peuvent être qualifiées d'après les normes comme des eaux usées domestiques et des eaux usées industrielles.

8- Sulfures

La valeur moyenne des sulfures de la station 03 varie entre 0.80mg/l et 0.15 mg/l. de Février et Avril, 0,15 mg/l.

La teneur moyenne la plus élevée en sulfure a été enregistrée au mois de Mai tandis que la teneur la plus faible a été observée durant les mois de Février et Avril (fig. 12).



(Fig.12) : Les valeurs de sulfures de l'eau du station 03 pendant les quatre campagne de prélèvement.

D'après Rodier (1996), l'hydrogène sulfuré est un toxique majeur par inhalation. Dans les eaux, la présence de ce gaz et de sulfures est susceptible de provenir soit d'eaux usées, soit de pollution industrielle (usines chimiques, papeteries, raffineries, etc).

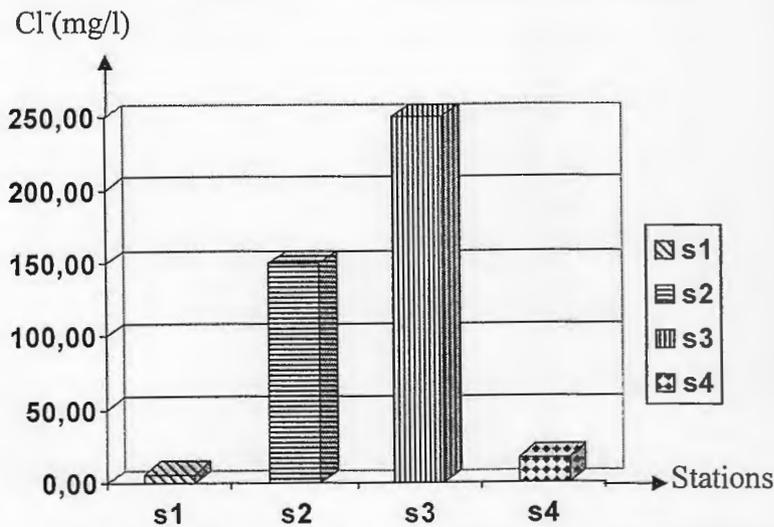
Les sulfures sont toxiques non seulement pour les organismes supérieurs mais aussi pour les microorganismes, car ce sont des substances inhibitrices du processus anaérobie microbien (Weimann et al, 1998). Des teneurs de quelques dizaines de $\mu\text{g/l}$ donnent une odeur et une saveur caractéristiques à l'eau (Rapport-tannerie, 2001).

D'après les données en sulfures pour la station 03, recueillies au près de la tannerie, nous pouvons dire que les teneurs en sulfures de ses eaux rentrent dans les normes ($<05\text{mg/l}$) ; (Journal officiel de la république Algérienne n°46, 1993).

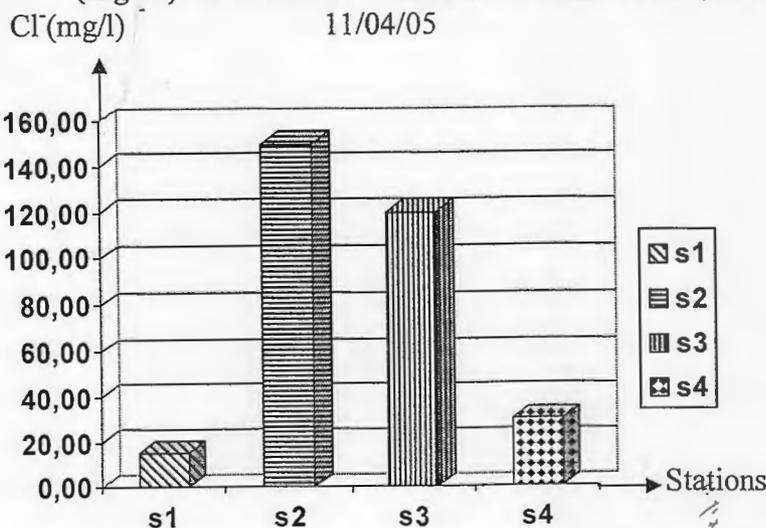
L'origine de ces sulfures est les sulfates de sodium qui contiennent 2.5% de sulfures, utilisé dans l'opération d'épilage – pelanage où des quantités considérables de 20 tonnes par jour sont utilisées.

9-Chlorures (Cl)

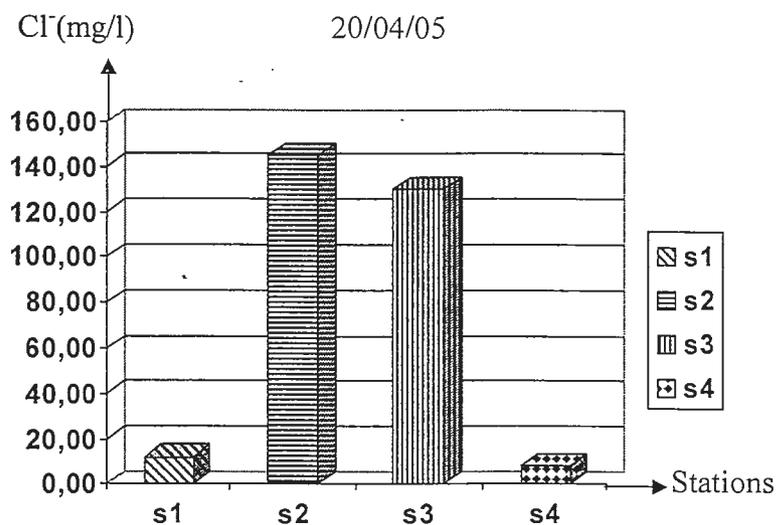
Les stations 02 et 03 enregistrent les valeurs les plus élevées en Chlorure avec des moyennes variant respectivement entre 163.33 mg/l et 183.33 mg/l .



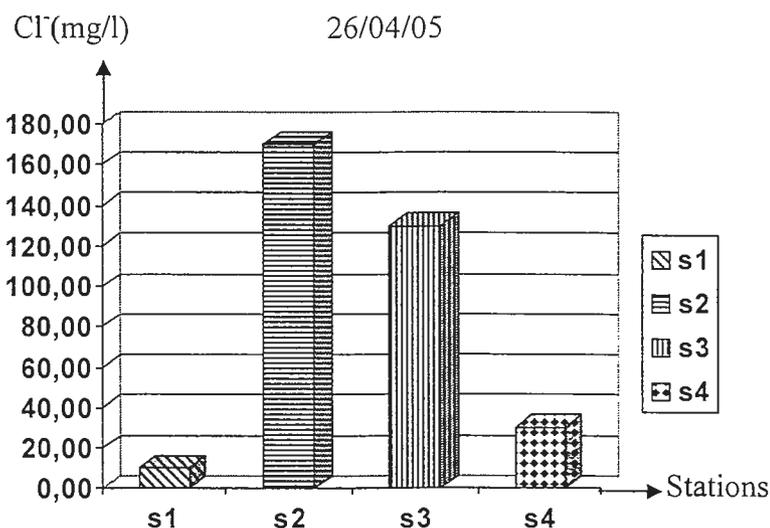
(fi.g.33). Variation de Chlorures dans l'eau (22/03/05).



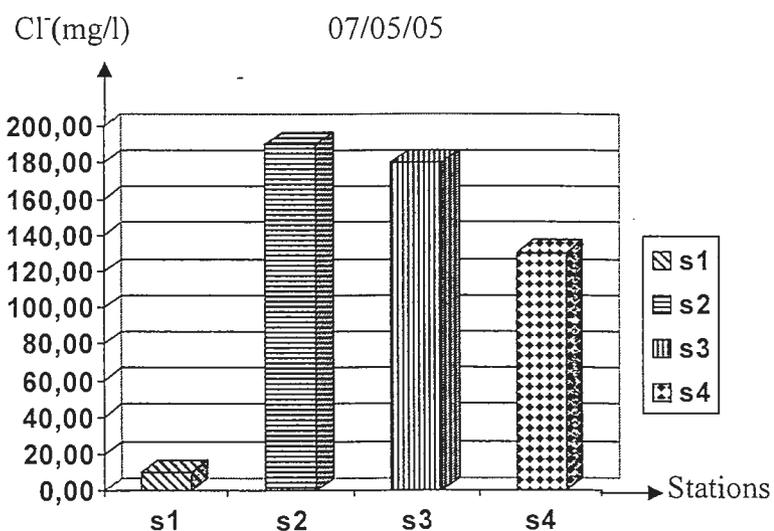
(fi.g.34). Variation de Chlorures dans l'eau (11/04/05).



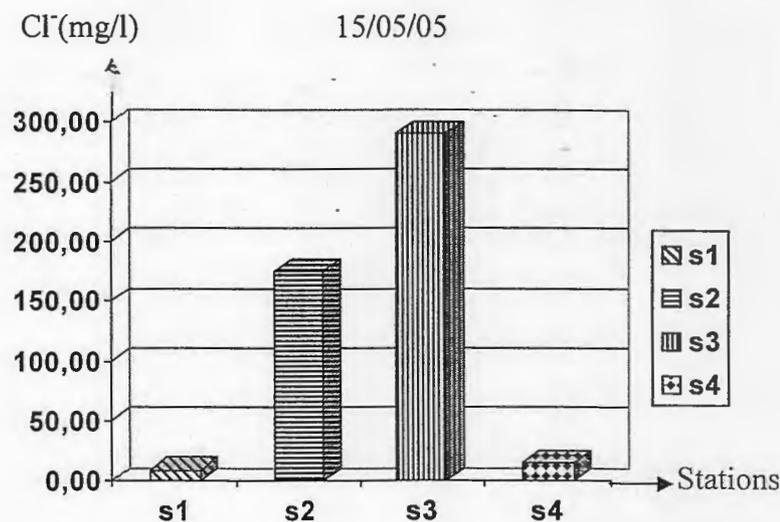
(fi.g.35). Variation de Chlorures dans l'eau (20/04/05).



(fi.g.36). Variation de Chlorures dans l'eau (26/04/05).



(fi.g.37). Variation de Chlorures dans l'eau (07/05/05).



(Fig.38) . Les valeurs moyennes des chlorures de l'eau pour chaque station étudiée(15/05/05).

D'après Rodier (1996) , les teneurs en Chlorures des eaux sont extrêmement variées et liées principalement à la nature des terrains traversés . Ainsi, les eaux courantes exemptes de pollution ont une teneur généralement inférieure à 25 m g /l , mais dans certaines régions, la traversée de marnes salifères peut conduire à des teneurs exceptionnelles de 1000 m g/l.

Le gros inconvénient des chlorure est la saveur désagréable qu'ils communiquent à l'eau à partir de 250 m g/l, surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium, Pour une quantité équivalente de chlorure, la saveur peut être moins marquée en présence de calcium et de magnésium.

Dans le contrôle des eaux, ce qui importe, c'est moins le taux absolu de chlorures qu'elles contiennent que la constance de ce taux. Les chlorures très facilement solubles ne participent pour ainsi dire pas aux processus biologiques, ils ne jouent aucun rôle dans les phénomènes de décomposition et ne donc pas modifiés. D'après les données recueillies au près de la tannerie sur le dosage des Chlorures , constatons que les teneurs en Chlorures des stations 01 et 04 rentrent dans les valeurs limites établies par Rodier (250mg/l)et les normes standards (1500 mg/l) données par Tripathi. Tandis que les teneurs en Chlorures des stations 02et 03 sont assez élevées et sont respectivement de 163.33mg/l et 183.33mg/l ,ce qui reste toujours en dessous des normes admises(250mg/l) selon Rodier ou (1500 mg/l)selon Tripathi. .

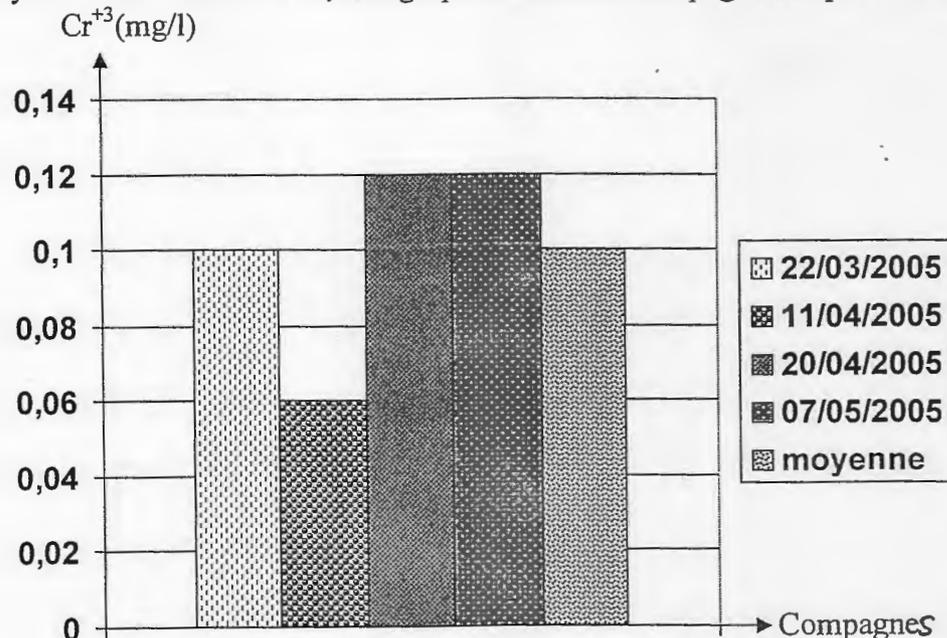
Nous tenons aussi à signaler que la station 03 a une teneur en Chlorures plus élevée que la station 02 , ce qui paraît paradoxal , puisque les eaux dans la station 02 devraient subir un traitement dans la STEP pour les résultats d'analyse des eaux des 04 stations étudiés normalement la centration de chlorures de station (st 02) plus élevée que station (st 03) (traitement de la STEP ainsi que des dilutions et donc les teneurs en Chlorures dans la station 03 devraient être faibles par rapport à la station 02 , les résultats montrent le contraire ceci peut être expliquer par

une éventuelle défaillance du traitement des eaux, au niveau de la STEP de la tannerie d'une part et d'une autre part à la dilution des chlorure dans l'eau des différents bassins de la STEP) on peut lier ce résultat au rendement faible de la STEP ou à des erreurs au cours des analyses.

10-Chrome total (Cr)

Les valeurs de chrome dans l'eau sont variables d'un prélèvement à l'autre (fig.14). Les valeurs extrêmes de ce métal relevés dans l'eau (tab.) sont 0,12 mg/l au mois d'Avril (11/04/05) et Mai ; et 0,06 mg/l du mois d'Avril (20/04/05).

La moyenne est de l'ordre de 0,10 mg/l pendant les 04 campagnes de prélèvement



(Fig. 14) : Les valeurs de chrome total dans l'eau de la station 03 étudiée pendant les quatre campagnes de prélèvement.

Les eaux résiduaires de la tannerie contiennent une forte concentration en chrome, car les sels de chrome utilisés pour le tannage ne sont pas entièrement épuisés.

Dans le processus de fabrication du cuir (Tannage), On utilise 1200kg/j (Cr), seulement 60% de cette quantité réagit avec la peau, le reste (40%) est rejeté dans les effluents résiduaires et sera acheminé vers la station d'épuration.

D'après les teneurs en Chrome fournies par la tannerie, la station 03 renferme en moyenne 0.10 mg/l de Cr, ce qui est inférieur aux normes internationales (<0.20 mg/l); (Journal officiel de la république Algérienne n° 46, 1993).

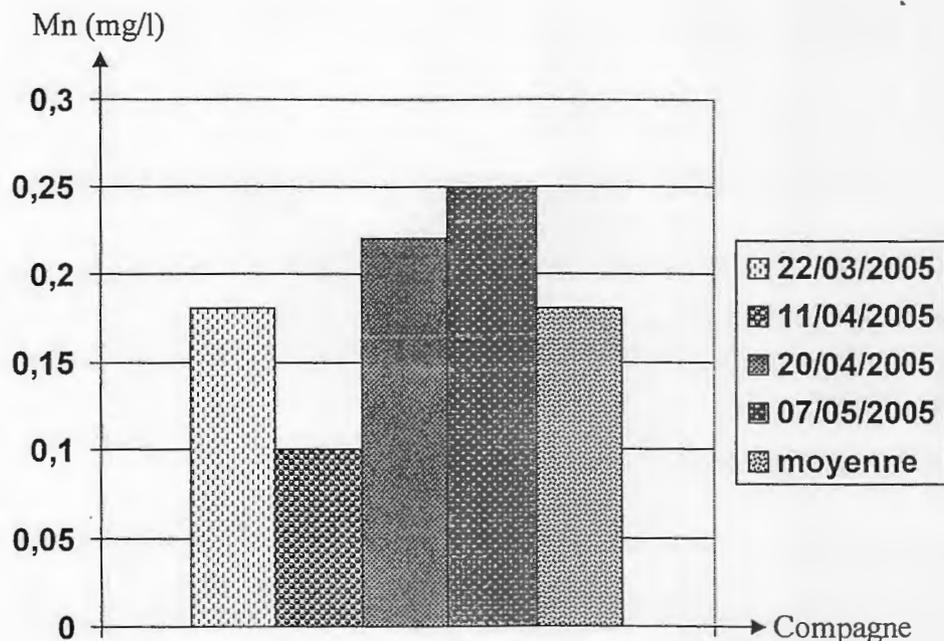
Tripathi et al, 1998, ont rapporté que les concentrations du chrome dans les effluents résiduaires des tanneries dans la rivière Ganga Nord de l'Inde ont moyenne de 150 mg/l.

11-Manganèse (Mn)

L'examen de (fig 15) permet de constater que les valeurs de manganèse dans l'eau sont variables d'un prélèvement à un autre.

Les valeurs extrêmes de ce métal relevées dans l'eau sont : 0,25 mg/l au mois de Mai et 0,10 mg/l dans le mois d'Avril (11/04/05).

La moyenne est de l'ordre de 0,18 mg/l, pendant les 04 campagnes de prélèvement.



(Fig.40) : Les valeurs de manganèse (Mn) obtenues dans l'eau pour la station 03 étudiée pendant les quatre campagnes de prélèvement.

Le manganèse présent dans l'eau de surface peut subir une oxydation, s'adsorber sur les particules en suspension et sédimenter ensuite. Certains dérivés de cet élément sont très solubles dans l'eau lorsque le milieu est acide.

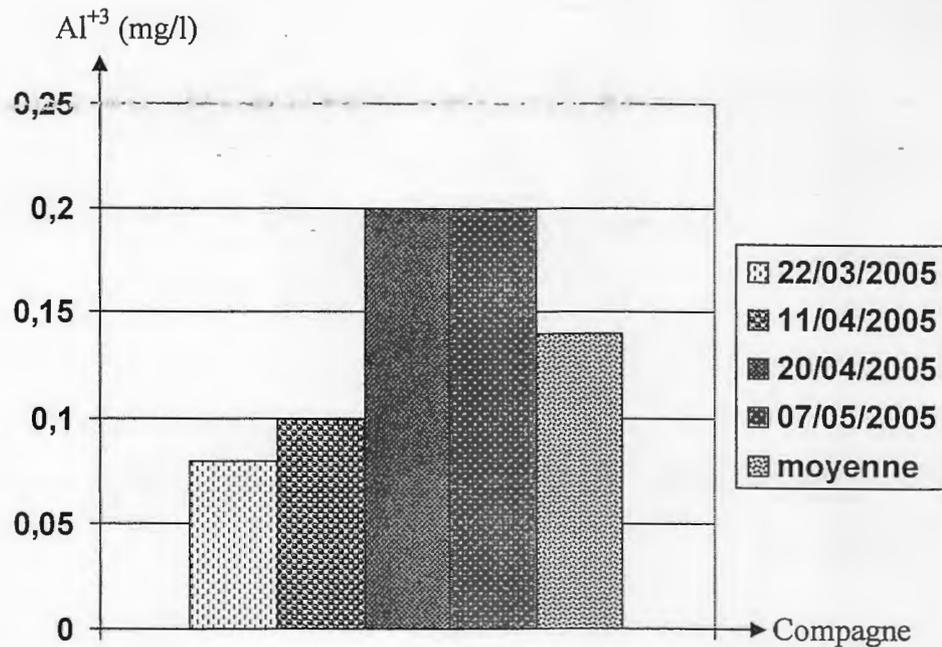
Selon les données de la tannerie, la station 03 a une valeur moyenne en Mn de 0.18 mg/l ce qui est conforme aux normes nationales (01 mg/l) ; (Journal officiel de la république Algérienne n° 46, 1993).

L'origine du Mn dans les effluents résiduaux de la tannerie de Jijel est le catalyseur d'oxydation des sulfures ($Mn SO_4$) provenant du bassin de désulfuration.

12- Aluminium (Al)

L'examen de (fig.41) les valeurs d'aluminium sont variables dans l'eau d'un prélèvement à l'autre. Les valeurs extrêmes de ce métal relevées dans l'eau dans l'eau sont : 0,20 mg/l au mois d'Avril (20/04/05) et le mois de Mai, et 0,08 mg/l au mois de Mars.

La moyenne est de l'ordre de 0,14 m/l pendant les 04 campagnes de prélèvement.



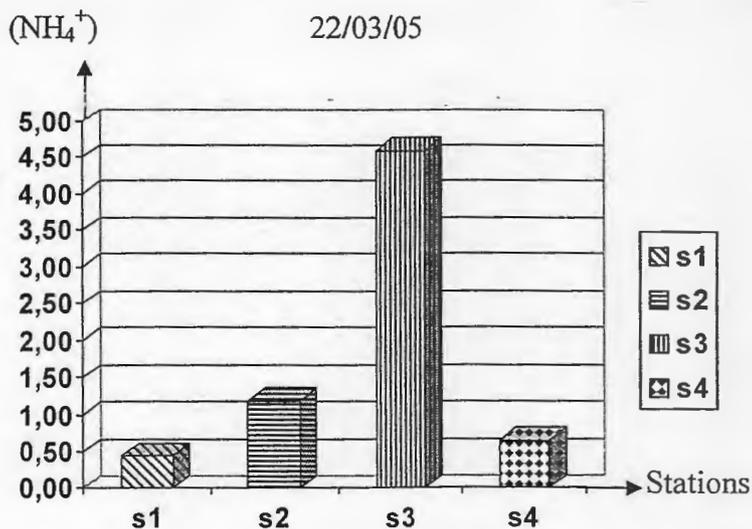
(Fig.41) : Les valeurs de l'aluminium (Al) contenues dans l'eau de la station 03 pendant les quatres compagne de prélèvement.

D'après Rodier (1996) l'Aluminium susceptible d'être retrouvé dans l'eau de distribution ne présente pas de caractère de toxicité pour les populations en général. Les quantités massives de sels d'Aluminium journalièrement utilisées à travers le monde pour le traitement des eaux n'ont jamais posé de problèmes toxicologiques significatifs. Ses utilisations en pathologie digestives ont confirmé son innocuité.

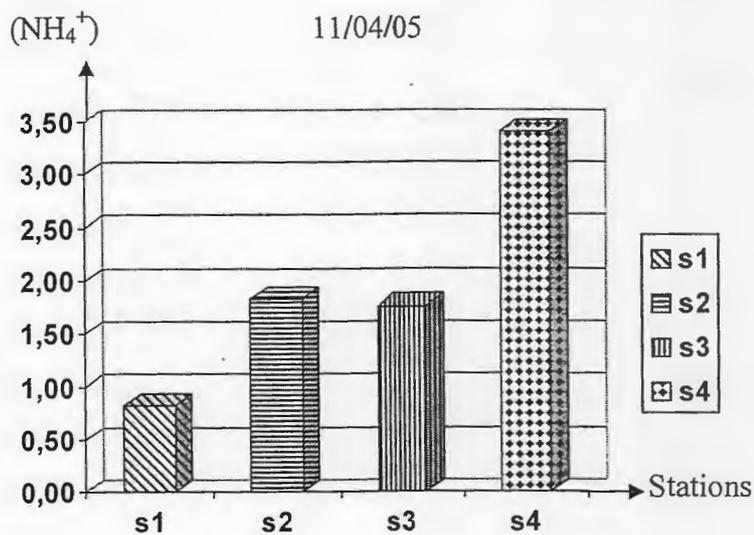
La valeur moyenne en Aluminium (Al) de la station 03, d'après les données de la tannerie toujours, est de 0.14 mg/l ce qui rentre, bien sûr dans les normes nationales admises (4mg/l) ; (Journal officiel de la république Algérienne N=°46, Juillet 1993).

13-L'ammonium (NH₄⁺)

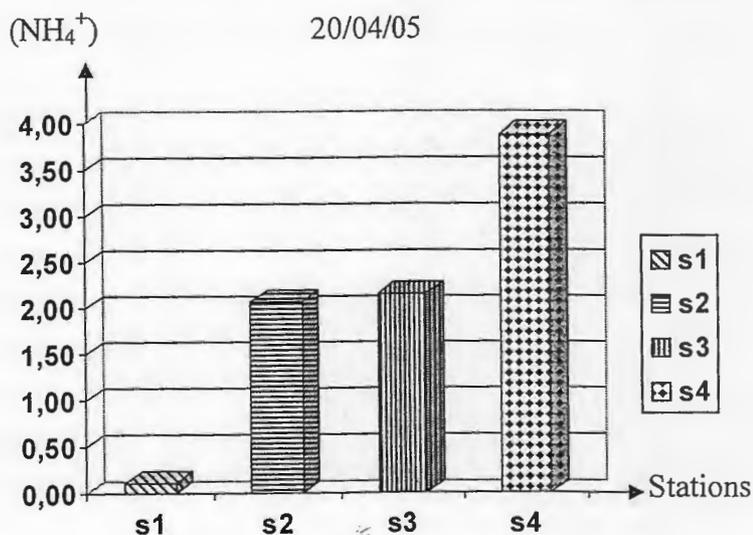
L'examen de la fig. ci -dessous permet de constater que les valeurs d'ammonium dans l'eau sont variables d'une station à une autre et d'un prélèvement à un autre. Les valeurs extrêmes d'Ammonium relevées pour les 04 stations sont : 5,90 mg/l au mois d'avril (26/04/05) et 0,11mg/l au mois d'Avril (20/04/05) et Mai (07/05/05) à la station 01 , le moyenne est de l'ordre de 2,01 mg/l pour l'ensemble des stations pendant les 06 compagne de prélèvement



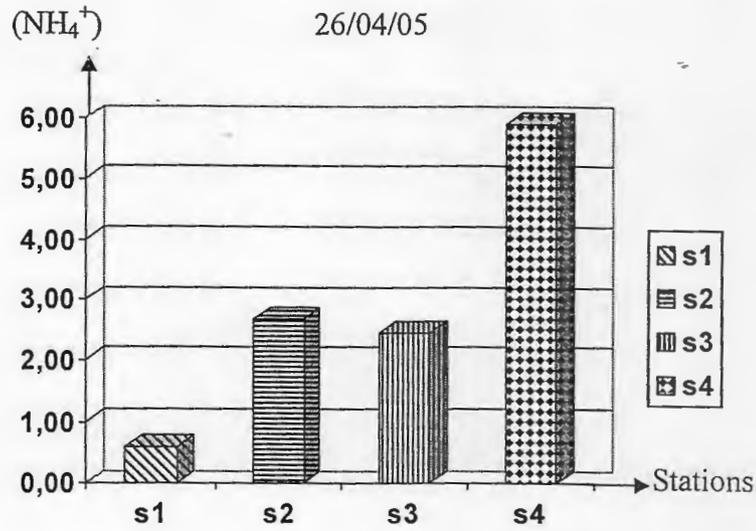
(fi.g.42). Variation de l'Ammonium dans l'eau (22/03/05).



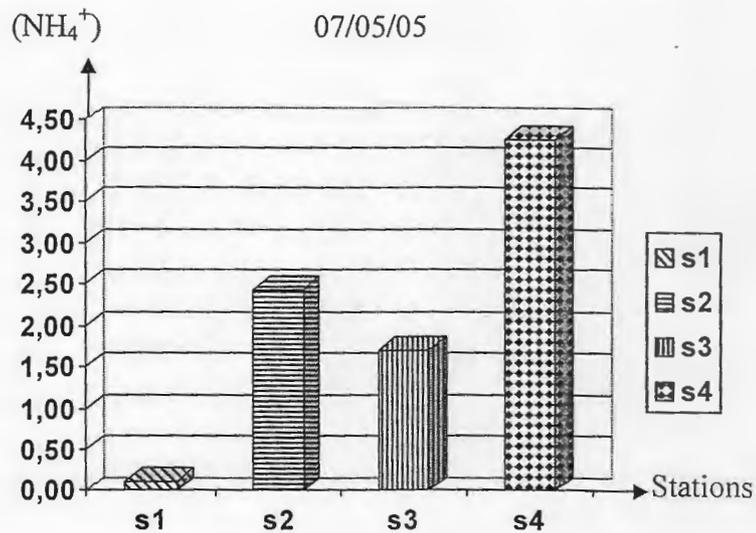
(fi.g.43). Variation de l'Ammonium dans l'eau (11/04/05).



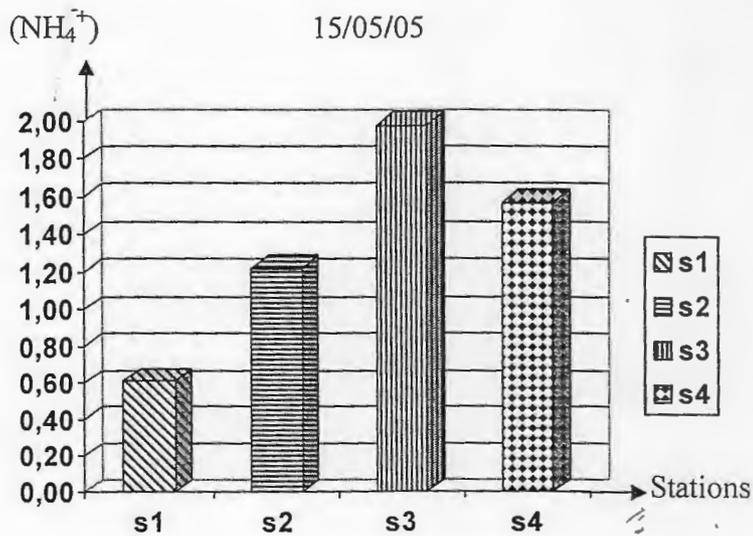
(fi.g.44). Variation de l'Ammonium dans l'eau (20/04/05).



(fi.g.45). Variation de l'Ammonium dans l'eau (26/04/05).



(fi.g.46). Variation de l'Ammonium dans l'eau (07/05/05).



(fi.g.47). Variation de l'Ammonium dans l'eau (15/05/05).

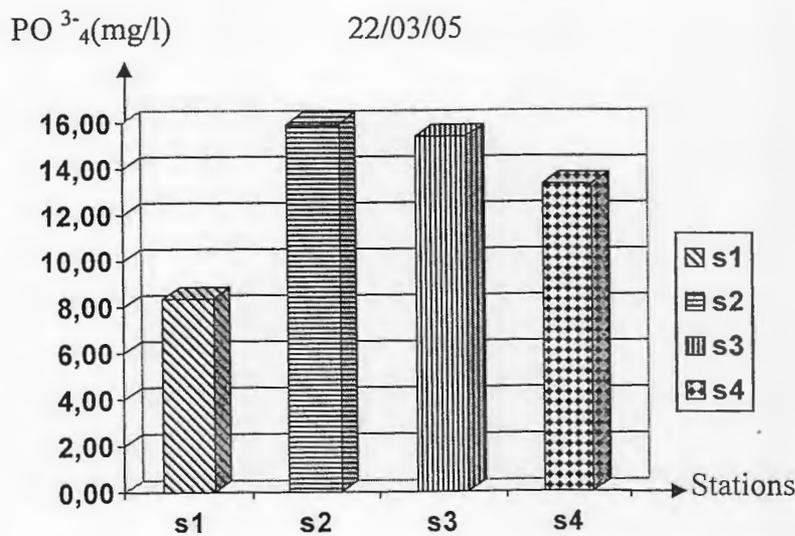
D'après RODIER (1996), l'habitude a été prise de designer sous le vocable d'ammoniacque des formes ionisées (NH_4^+) et non ionisées (NH_3).

L'azote ammoniacal est assez souvent rencontré dans les eaux et traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique.

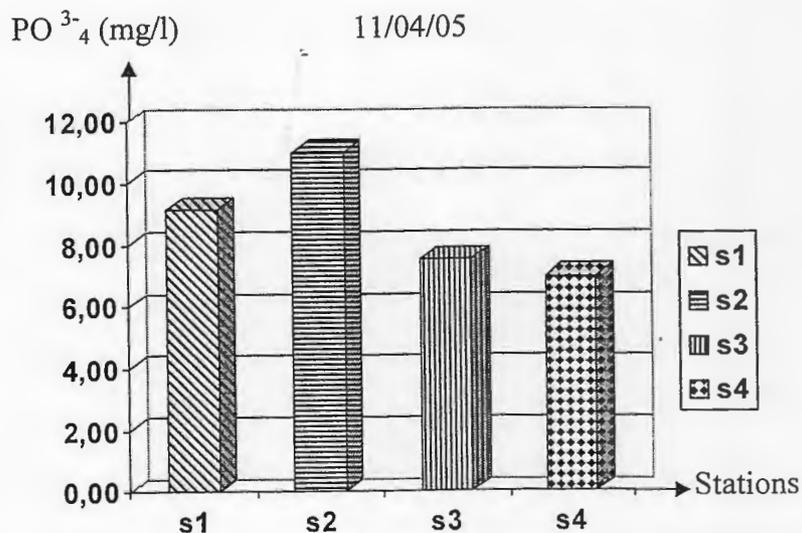
Les valeurs moyennes d'ammonium obtenues pour les stations 01 et 02 conforme aux normes de l'OMS (1994) (<4 mg/l), cependant, les stations 03 et 04 dépassent les normes, ce qui suppose un mauvais fonctionnement de la STEP.

14- Le phosphate (PO_4^{3-})

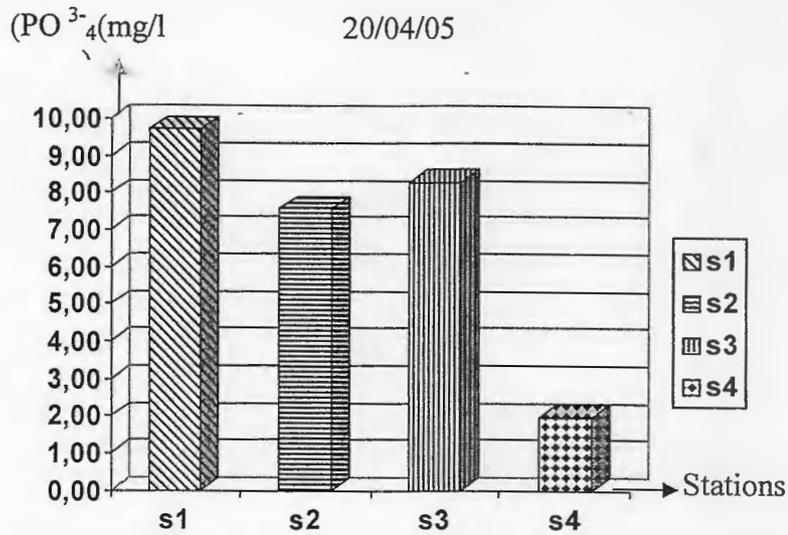
Les quantités des PO_4^{3-} varient d'une station à l'autre. Les teneurs les plus élevées ont été enregistrées au niveau des stations 02 et 03 suivies des stations 04 et 01.



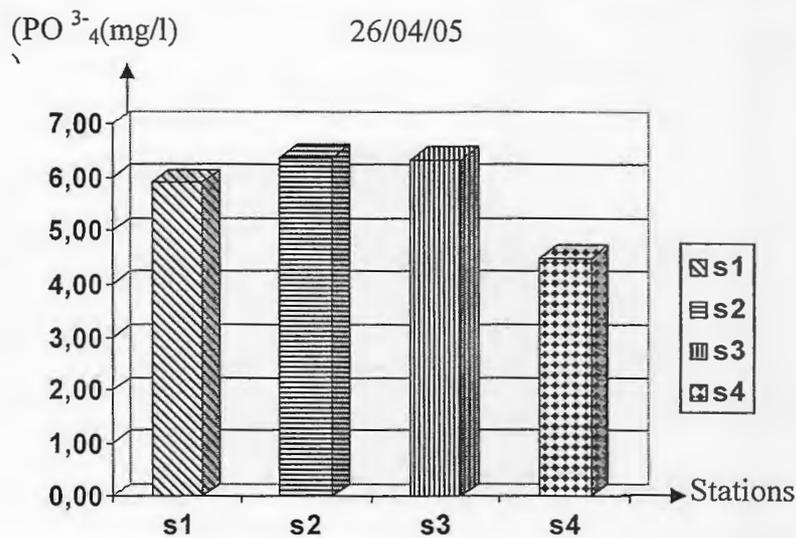
(fi.g.48). Variation du Phosphates dans l'eau (22/03/05).



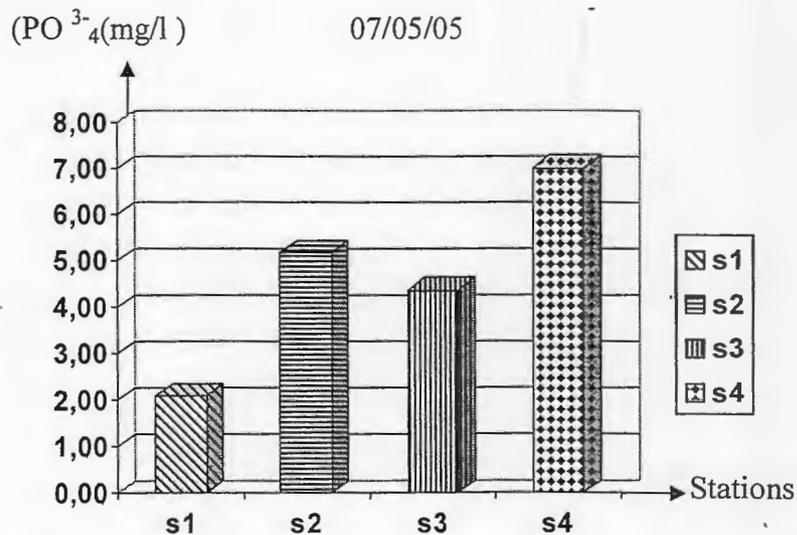
(fi.g.49). Variation du Phosphates dans l'eau (11/04/05).



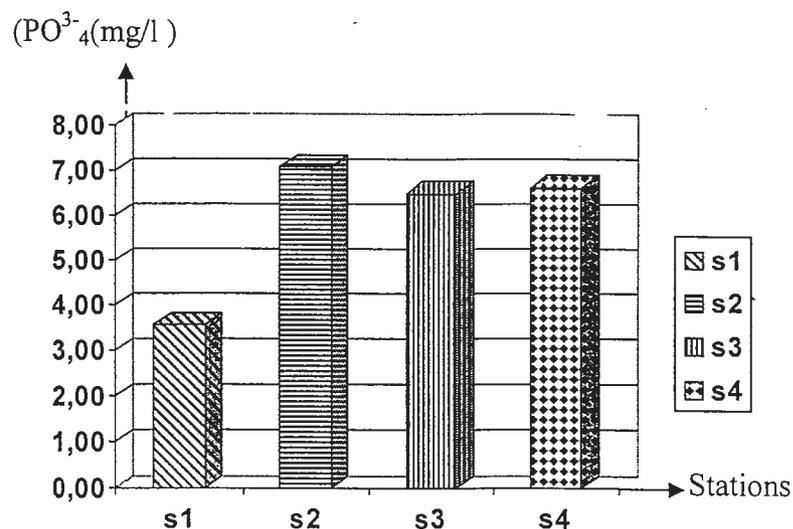
(fi.g.50). Variation du Phosphates dans l'eau (20/04/05).



(fi.g.51). Variation du Phosphates dans l'eau (26/04/05).



(fi.g.52). Variation du Phosphates dans l'eau (07/05/05).



(Fig 53) : Les valeurs de phosphate (PO_4^{3-}) contenus dans l'eau pour différents stations (15/05/2005).

D'après RODIER (1996) des teneurs supérieures à 0.5 mg/l de phosphate doivent constituer un indice de pollution.

Les phosphates peuvent aussi provenir des traitements de vaccination des eaux industrielles contre la corrosion et l'entartrage ou des adjuvants actifs ajoutés aux détergents. Ceux-ci participent à la diminution de la dureté de l'eau, facilitent l'émulsion des huiles et des graisses et maintiennent les salissures en suspension dans l'eau ; l'alcalinité du milieu, modifiée, favorise l'action détersive.

Les éléments responsables de l'enrichissement des eaux par les algues sont essentiellement le phosphore et l'azote (un individu élimine environ 1.5 à 3g d'anhydride phosphorique et 10 à 20g d'azote par jour), mais le potassium, le magnésium, les sulfates et certains oligoéléments peuvent y prendre une part active. Dans les eaux usées ; la part des rejets humains ne représente que 30% à 50% du phosphore total (entre 5 et 20mg/l) le reste provenant des produits de nettoyage.

Les sources d'éléments « eutrophisants » peuvent être diffuses ou ponctuelles: Dans ce cas, il s'agit surtout des déchets domestique et industriels qui contiennent, par fois en quantités très importantes, des matières organiques fermentescibles, l'effet de ces rejets est d'autant plus marqué s'ils sont pratiqués dans des zones fermée.

Les caractéristiques principales de l'eutrophisation sont :

- La multiplication des algues et du plancton qui réduit le passage de la lumière, accroît la consommation d'oxygène et s'accompagne d'une modification profonde de la faune, tant en quantité qu'en qualité ;

- La modification des paramètres physico-chimiques du milieu.

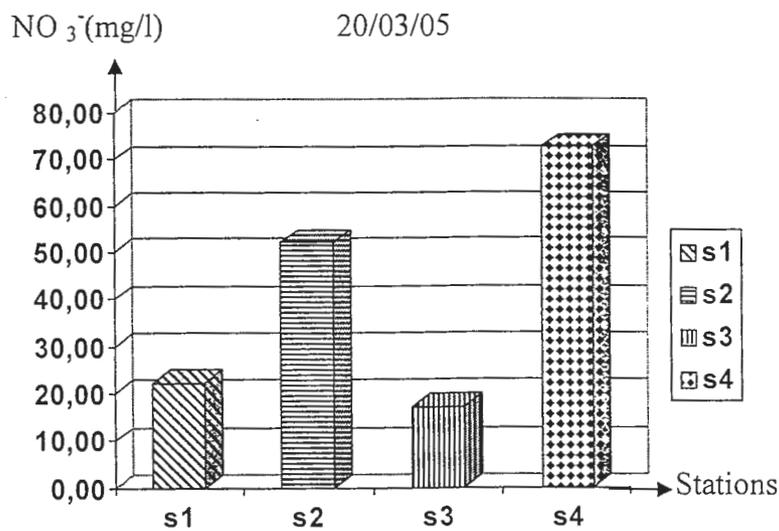
Pour les phosphates, les valeurs obtenues dans les (04) stations étudiées sont très élevées (6.45 mg/l, st 01), (8.84 mg/l ,st 02), (8.06 mg/l, st 03) et (6.72 mg/l, st 04), ce qui dépassent les normes

nationales (> 2 mg/l) ; (journal officiel de république Algérienne n°46, 1993) et les limites française (5 mg/l) ; (Rodier, 1996).

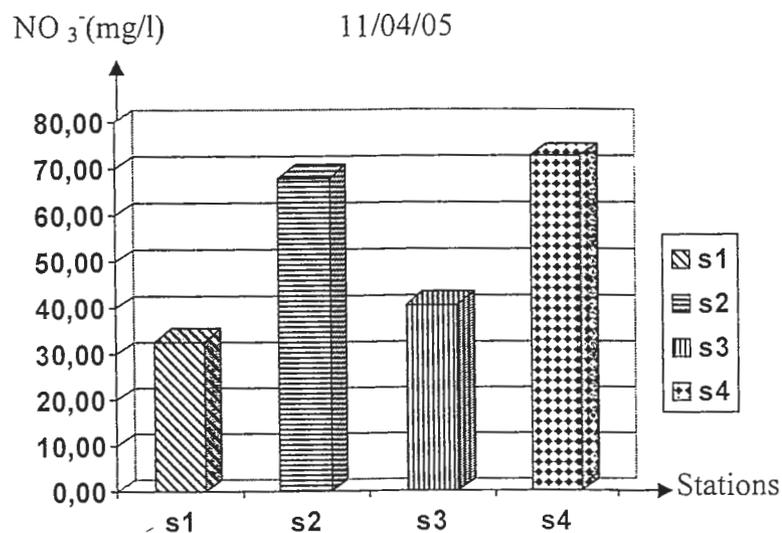
D'après Rodier, 1996, les phosphates échappent en majeure partie (80%) au traitement des stations d'épuration biologique classiques et de ce fait, se retrouvent dans les rejets. Nous pouvons conclure que les teneurs élevées en PO_4^{3-} des différentes stations sont dû rejets domestiques et ceux de la tannerie.

15- Les Nitrates (NO_3^-)

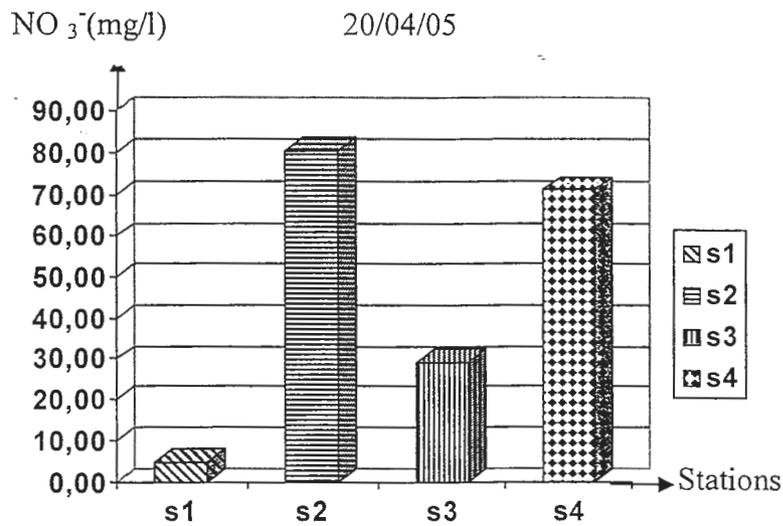
Selon les figures dessous les valeurs de Nitrates (NO_3^-) dans l'eau sont variables d'une station à une autre et d'un prélèvement à un autre. Les valeurs extrêmes de Nitrates relevées pour les 04 stations (sont : 92,15 mg/l au mois de Mai (15/05/05) à la station 03 4,58 mg/l au mois d'Avril (20/04/05) à la station 01 . la moyenne est de l'ordre de 39,30 mg/l pour l'ensemble des stations pendant les 06 campagnes de prélèvement.



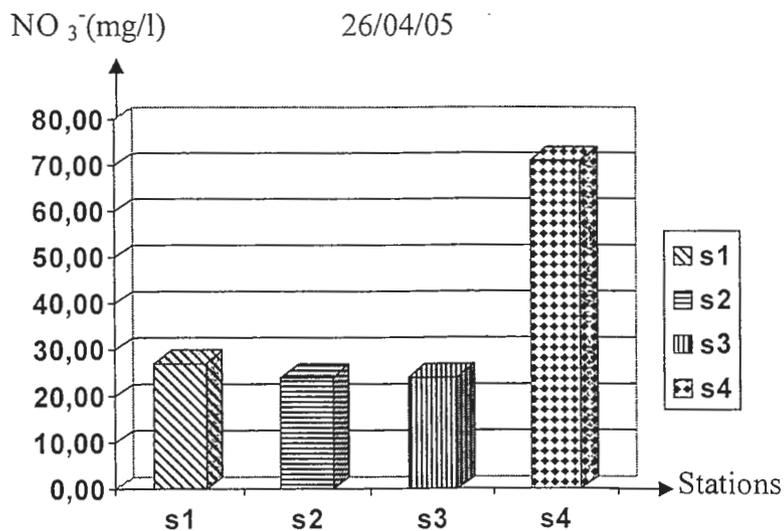
(fi.g.54). Variation des Nitrates dans l'eau (22/03/05).



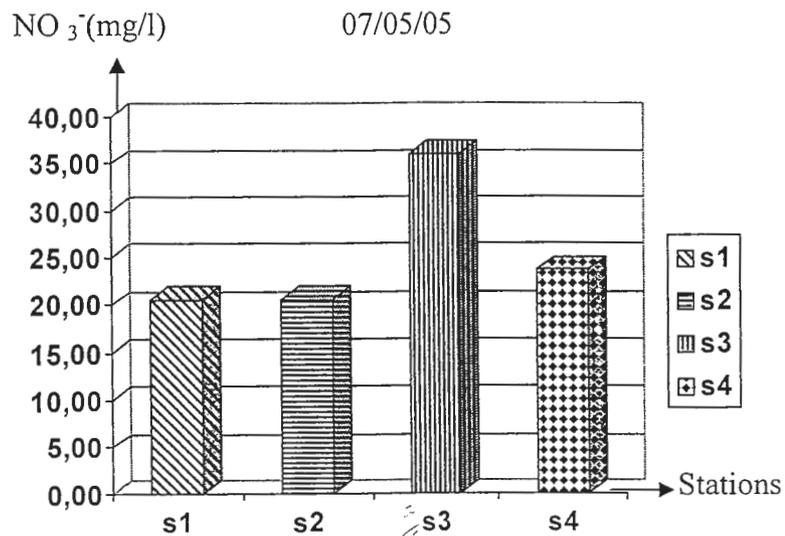
(fi.g.55). Variation du Phosphates dans l'eau (11/03/05).



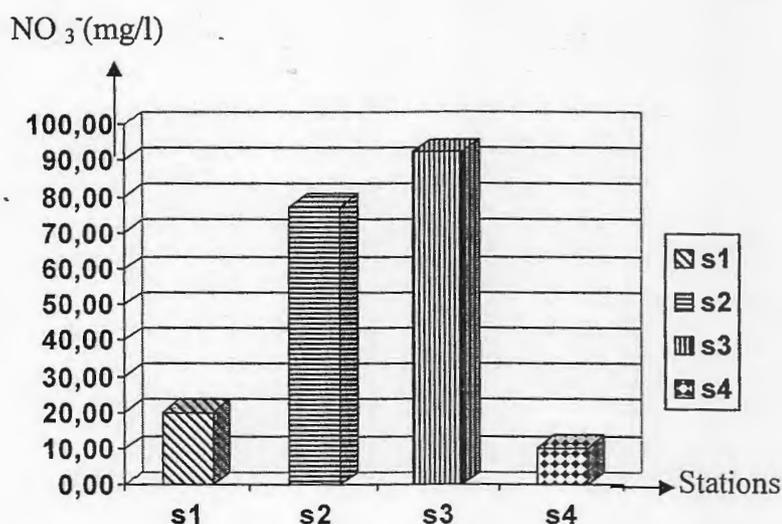
(fi.g.56). Variation des Nitrates dans l'eau (20/04/05).



(fi.g.57). Variation des Nitrates dans l'eau (26/04/05).



(fi.g.58). Variation des Nitrates dans l'eau (07/05/05).



(Fig.49) : Les valeurs de Nitrates (NO_3^-) obtenues dans l'eau pour chaque station (15/05/2005).

Selon Rodier (1996), les nitrates participent au phénomène d'eutrophisation en période de faible oxygénation (période estivale). Les nitrates peuvent jouer le rôle de donneurs d'oxygène et éviter l'anaérobiose.

Les nitrates ont une toxicité indirecte par le fait qu'ils se transforment en nitrites ; en ce qui concerne la toxicité à long terme, les enquêtes épidémiologiques, statistiquement valables ne font pas apparaître de phénomènes de cancérogenèse avec ces deux types de sels. Cette intoxication, provoquée par l'absorption de petites doses de nitrates, est en réalité due aux nitrites formés par réduction des nitrates sous l'influence d'une action bactérienne.

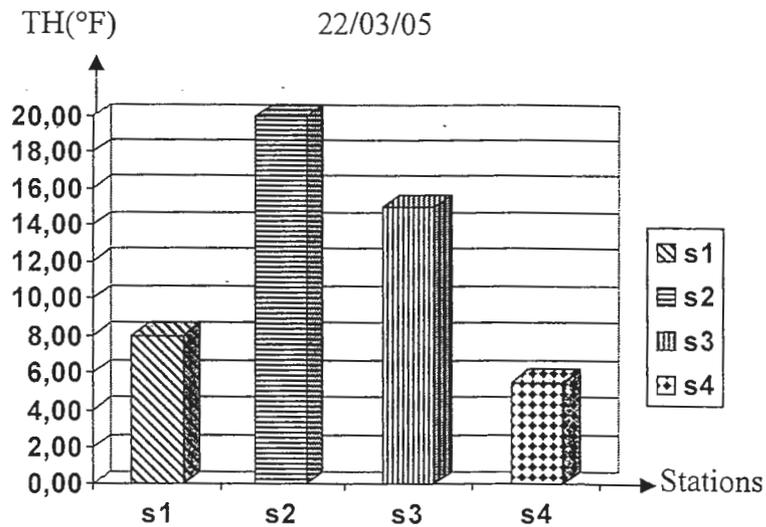
Les teneurs en NO_3^- des stations 02 et 03 semblent être dans les normes nationales (<40 mg/l). Cependant, les stations 01 et 04 présentent des valeurs plus élevées et dépassant les normes admises.

16-Dureté total (TH)

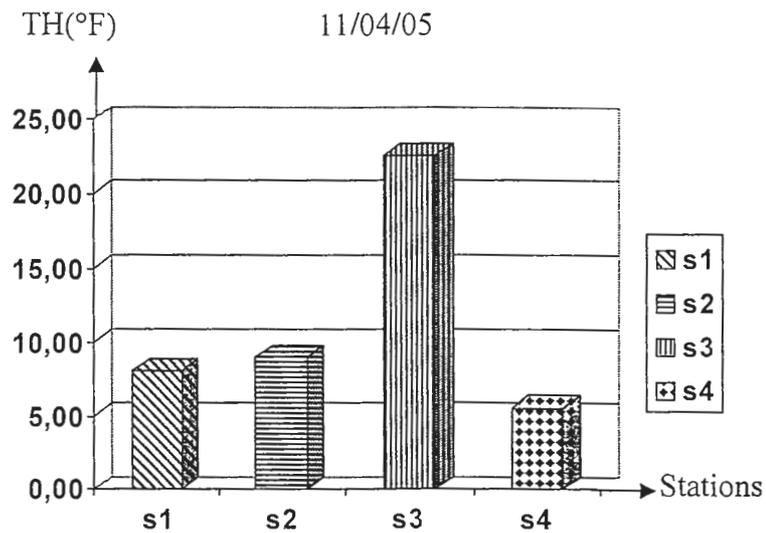
L'examen des figures dessous permet de constater que les valeurs de dureté total (TH) dans l'eau sont variables d'une station à l'autre et d'un prélèvement à l'autre.

Les valeurs extrêmes de TH relevées pour les 04 stations sont : 22,5 F° au mois d'Avril (11/04/05) à la station 03 et 2,5 F° au mois de Mai (15/05/05) à la station 01.

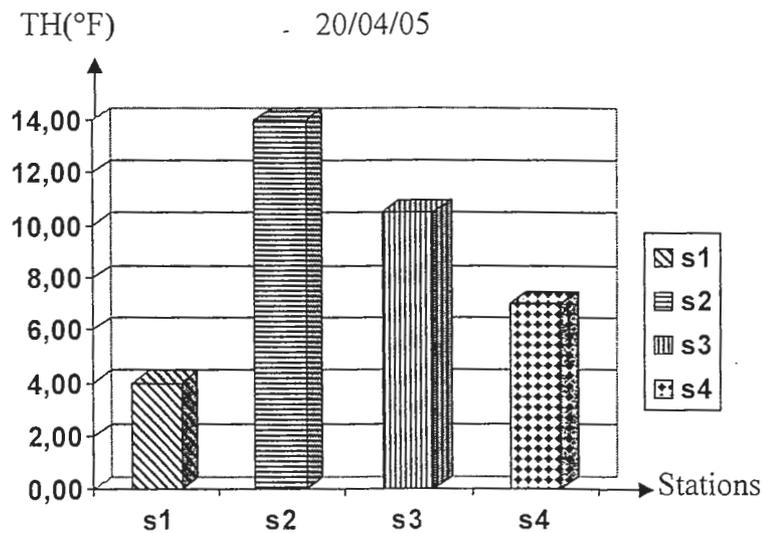
La moyenne est de l'ordre de 8,71 F° pour l'ensemble des 04 stations pendant 06 campagnes de prélèvement.



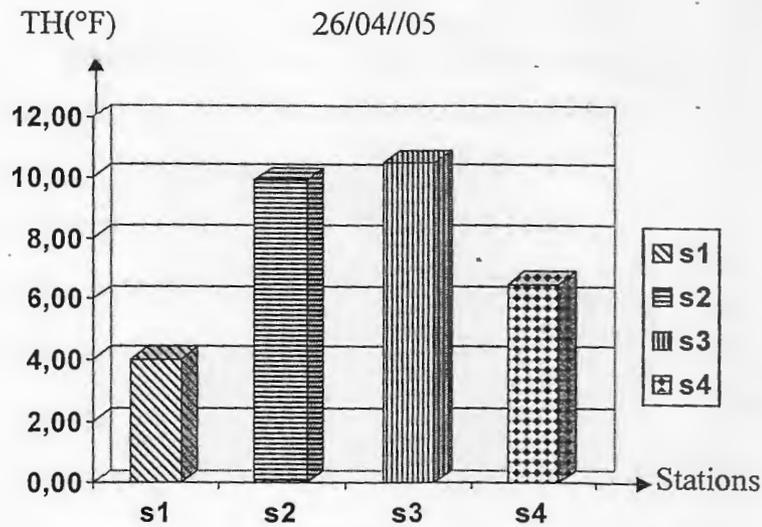
(fi.g.60). Variation du TH dans l'eau (22/03/05).



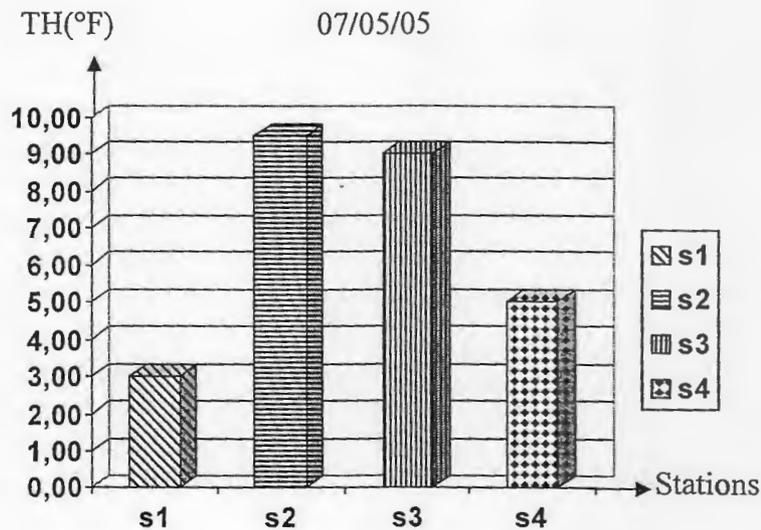
(fi.g.61). Variation du TH dans l'eau (11/04/05).



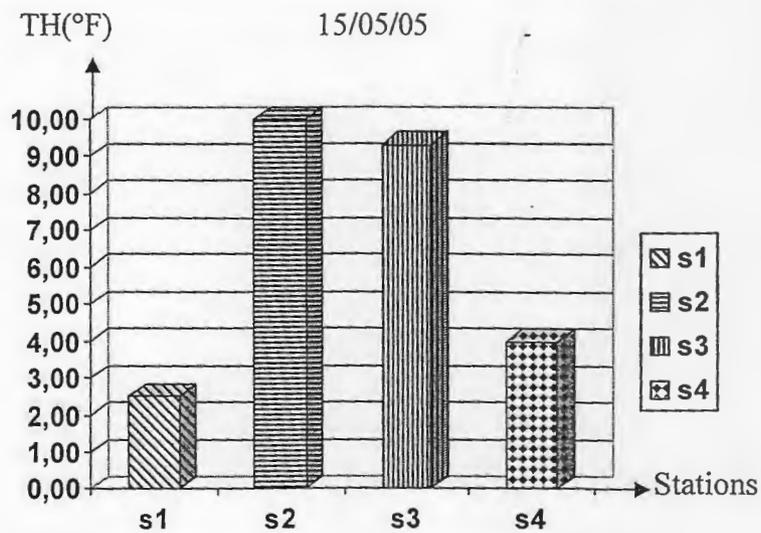
(fi.g.62). Variation du TH dans l'eau (20/04/05).



(fi.g.63). Variation du TH dans l'eau (26/04/05).



(fi.g.64). Variation du TH dans l'eau (07/05/05).



(fi.g.65). Variation du TH dans l'eau (15/05/05).

La dureté est un caractère naturel lié au lessivage des terrains traversés et correspond à la teneur en calcium et en magnésium. Les eaux de surface, généralement moins riches en acide carbonique et en oxygène dissous que les eaux souterraines ont une dureté moins élevée que ces dernières.

Certains auteurs avancent que le problème de la dureté pourrait masquer celui posé par l'absence de certains éléments indispensables à l'état de traces (calcium, chrome, cuivre, lithium, magnésium, manganèse, vanadium) ou par la présence d'éléments provenant de la corrosion.

La réglementation française précise que la dureté totale des eaux adoucies ou déminéralisées livrées à la consommation humaine ne doit pas être inférieure à 15 degrés français (°F).

Pour les valeurs de la dureté totale (TH) de l'eau des quatre stations, notre étude montre que ces valeurs sont dans les limites et les eaux ne sont pas dures (moins de 15° F) selon Rodier (1996).

17- Titre Alcalimétrique simple (TA)

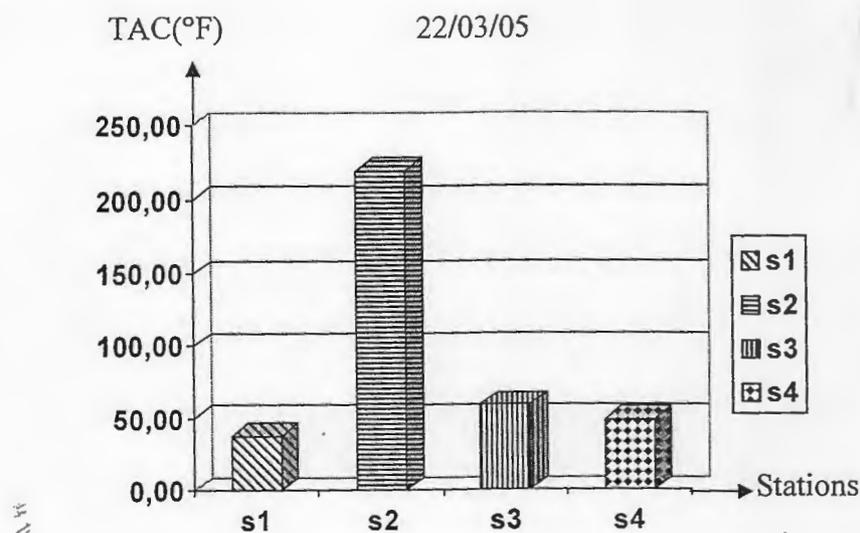
Le TA est négatif pour toutes les stations.

18-Titre Alcalimétrique Complet (TAC)

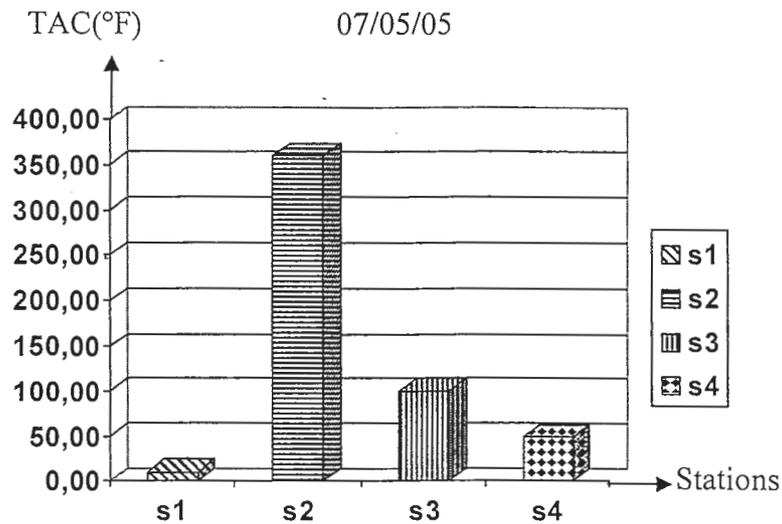
L'examen du (fig.21) permet de constater que les valeurs de Titre Alcalimétrique Complet (TAC) dans l'eau sont variables d'une station à l'autre et d'un prélèvement à l'autre.

Les valeurs extrêmes de Alcalimétrique Complet (TAC) relevées pour les 04 stations (sont : 360 °F au mois de Mai à la station 02 et 10 F° au mois de Mai (07/05/05) à la station 01.

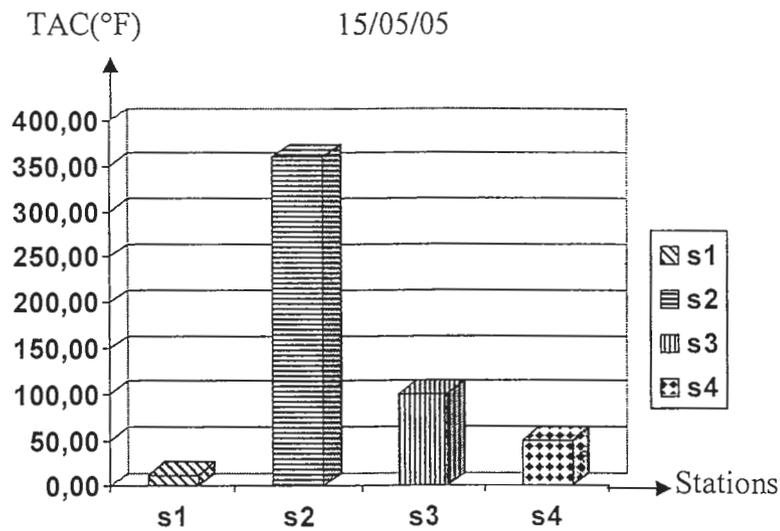
La moyenne est de l'ordre de 85,33 F° pour l'ensemble des 04 stations pendant les 06 campagnes de prélèvement.



(fi.g.66). Variation du TAC dans l'eau (22/03/05).



(fi.g.70). Variation du TAC dans l'eau (07/05/05).



(fi.g.71). Variation du TAC dans l'eau (15/05/05).

Les valeurs relatives au celle relatives au titre alcalimétrique (TA) et du titre alcalimétrique complet (TAC) permettent de carbonates ou d'hydrogène - carbonates alcalins ou alcalinoterreux présents dans l'eau.

Lorsque on comparer les donner du tableau de signification des TA et TAC. D'après Berné, 1991 ;(Annexe 4) et notre résultat d'analyse de l'eau des quatre stations pour le TA et TAC : TA = 0 donc ; $TAC = HCO_3^-$, $CO_3^{2-} = 0$ et $OH^- = 0$. et donc selon Berné (1991) le pH inférieur à 8.3 (ce résultat est juste lorsque on vérifier les résultats de PH de quatre stations).

CONCLUSION

Conclusion générale

Notre étude s'articule autour de la qualité physico-chimique des eaux résiduaires de la tannerie de Jijel qui après passage par la STEP sont rejetées dans l'oued Moutâs qui se rejette à la mer.

Le plus important à voir pour la mise en évidence de la qualité physico-chimique d'une eau usée est la nature particulière et dissoute du carbone, l'azote et le phosphore avant et après épuration.

Dans notre étude, nous avons pris en compte tous les paramètres qui nous semblaient pertinents, en plus de quelques données de dosages effectués au sein de la tannerie.

Nos résultats mettent en évidence la présence d'une pollution organique excessive :

Les valeurs de la DBO_5 dépassent longuement les normes (40 mg/l), ce qui met en relief une charge considérable des eaux en notion organique fermentescible et putride qui aura de graves conséquences sur le milieu récepteur (carence en O_2 , sont des organismes vivants, eutrophisation...).

Les valeurs de la fraction azotée (NH_4^+ et NO_3^-) met en évidence une incomplète dégradation de la matière organique dans la majorité des stations (S_2 , S_3 et S_4), ce qui laisse supposer un mauvais fonctionnement de la STEP. Les valeurs des rejets en éléments azotés augmentent après l'utilisation de l'eau dans la tannerie et après traitement ce qui ne peut être expliqué que par l'inefficacité du traitement des rejets dans la STEP.

Quant aux orthophosphates (PO_4^{3-}), ils présentent des valeurs très élevées, respectivement, dans les stations 2, 3, 4, et 1 ce qui confirme la présence d'une pollution excessive de l'eau de l'oued et tout ce que cette dernière peut engendrer comme problème dont plus immédiates sur le milieu récepteur.

Nous notons aussi que le rapport DCO/DBO_5 met en évidence la nature de l'eau de la tannerie, qui est à la fois une eau usée industrielle provenant de l'activité de la tannerie.

Rajoutons aussi, que la CE élevée aussi que la teneur en MES importantes confirmant ce qui a été dit, antérieurement.

Quant à la température et le pH, ils paraissent être dans les normes.

Les autres données, recueillies auprès la tannerie telles que : les sulfures, le chrome, le manganèse, l'aluminium, semblent respecter les normes. Cependant, nous avons des résultats surtout pour les chlorures et autres qui nous laisse douter de la fiabilité de ces données.

En fin, nous pouvons dire que la station d'épuration (STEP) de la tannerie de Jijel est loin d'être efficace et contribue de façon individuelle, ne fait qu'aggraver la situation.



Bibliographie

- 1- Anonyme, 2004. Rôle du zinc : [http pi /www. Lenntech. Com/ Franc A& ais / dataperio / Zn.htm](http://pi/www.Lenntech.Com/FrancA&ais/dataperio/Zn.htm).
- 2- Berné.F& Cordonnier J. , 1991. Traitement des eaux .Edition Technip, Paris, p5
- 3-Brault J& Monod J., 1989. Mémento technique de l'eau. Edition dégrement, Paris. p 592. Tome 1.
- 4- Bremond R.& Vuichard R. , 1973. Les paramètres de la qualité des eaux. Ed. La documentation Française, Paris, 1973.
- 5- Burkhard L.P. & Jenson J.J. 1993. Identification of ammonia, chlorine and diazinon as toxicants in a municipal effluent applique. Archives of envirenmental contamination and toxicology, 25 :506-515.
- 6- Cyril G.& Henri G. , 1973. Les traitements des eaux de distribution. Editions Eyrolles. 61, boulevard Saint-Germain. Paris V° .76 p.
- 7- Defrances MS., 1996. L'eau dans tous ses états. Ed. Ellipses.Paris. 127 p.
- 8- Defranceschi M. ,1996. L'eau dans tous ses états. Ellipses / édition marketing S.A, Paris. P99.
- 9- Delzart C., Simon. P., Torre M., 1996. Bactéries rejetées par les stations d'épuration et capacité d'assimilation des milieux récepteurs. Revue des sciences de l'eau. Soumis.
- 10- Echenfelder.W.W. , 1981. Gestion des eaux usées urbains et industrielles. Technique et document. Paris, pp. 1-4.
- 11- Faurie. C.,Ferra. Ch., Medort. P., Devaux J. et Hemptinne. 1996. Ecologie approche scientifique et pratique. 4^{eme} édition. P270.
- 12- Faurie. C., Ferra Ch., Medori Pet Devaux J., 2003. Ecologie approche scientifique. 5^{eme} edition. P157.
- 13- Forbes V.E.& Forbes T.L, 1997. Eco toxicologie : Théorie et application .Paris .
- 14- Franck.J. , 2002. Analyse des eaux. Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine. Paris. pp 165-166.
- 15- Gaid A.K., 1984. Epuration biologique des eaux usées urbaines. Tome I et II .office de Puplication Universitaires. Ben Aknoun. Alger. pp 3-31.
- 16 - Gaujous D., 1995. La pollution des milieu aquatiques : aide mémoires. 2^{eme} édition, Tec et Doc. P 165.

- 17- Gerard G. , 1999. L'eau. Tome II. Usage et polluants. INRA. Paris. pp 195-196.
- 18 - Guettier P, Iwina. A, Magnan J.P, Mathian.R, Raby. D, Vachon. A, Vidon. P., 1994. L'assainissement et agglomération : techniques d'épuration actuelles et évolution. Etudes inter agence, 27. p176.
- 19 - Guillemin. C, Roux J. C., 1992. Pollution des eaux sous terrains, en France. Edition du BRGM. Paris 262p.
- 20 - Laib ES., 2004. Evaluation de la contamination de l'eau, des sédiments, et des plantes par les effluents résiduaux de la tannerie de Jijel. Thèse de magister de l'université de Jijel. 195p+annexe.
- 21 -Lagaze J.G. , 1996. L'eutrophisation des eaux marines et continentales. Ellipses /édition marketing S.A. 181p.
- 22 - Lazorova, V., 1998. Réutilisation des eaux usées, un enjeu de l'année 2000. N°212. Marbella. Espagne.
- 23 - Lazorova. V., 1999. Rôle de réutilisation des eaux usées pour la gestion des ressources : coût, bénéfices et défis technologique. Marbella. Espagne. PP 6-36.
- 24 - Loup.J., 1974. Hydrologie continentale. MASSON et Cie éditeurs. Paris VI, 171p.
- 25 - Marchand.M, Caprais .JC, Pignet. P, Porot. V, 1980. Les polluants organiques dans les effluents urbains et apports polluants dans le milieu marin cas du littoral Français. Water Research, 23(4) 461-470.
- 26 - Mathey. W, Delasanta. E., 1984. Manuel pratique D'écologie .Ed.Daniel. S. Lapedes. 907p.
- 27- Mounier.P., 1933. Parvis analyses chimiques et toxicologie des eaux potables. Ed. Médical MALOINE. Paris, 342p.
- 28 - Nguyen.OK. 1995. Caractérisation des polluants organiques de faibles poids moléculaires (<600 daltons) dans les eaux usées urbains. Thèse de doctorat de l'institut national agronomique de Paris Grignon. 159 p+annexes.
- 29 -Ouali. M.S. , 2001. Traitement des eaux . O.P.U.Algerie. pp 4-5.
- 30 -Petrasek.A.C,Kuglman.I.J, Austern.B. M,Presley.T.A,Winslow L.A, Wise R.H. , 1983. Fate toxic organic compounds in wastewater treatment plants – journal W PCF. 55(10):1286-1296.
- 31 -Ramade.F., 1974. Elément d'écologie, écologie appliquée. P 157.
- 32 -Ramade. F. , 1993. Dictionnaire encyclopedique d'écologie et science d'environnement. Ediscience international. 822p.
- 33 - Ramade F. , 1998. Dictionnaire encyclopedique des sciences de l'eau. Ediscience Paris. pp 21-25.
- 34 -Ramade F. , 2000. Dictionnaire encyclopedique d'écologie et des sciences de l'environnement. 2eme édition, Dunod. Paris. p651.

35 -Rapport- tannerie (TAJ), 2002 . Wilaya de Jijel

36 - Rickert D. A, Hunter. J. Y., 1971: General natural of soluble and particulate organics in sewerage and secondary effluent .water research. Parie. pp 421-436 .

37 - Rodie. j., 1984. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eau residuaires, eau de mer .7^{eme} édition Paris. P 125.

38-Rodier J., 1996. Analyse de l'eau. Eaux naturelles, Eaux résiduaires et Eaux de mer. 8 éditions. Dunod . p 125.

39-Smuel P., 1976. L'homme et son environnement. Parie. p146.

40 -Vaillant , J. R. ,1974 . Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux industrielles. Edition Eyrolles. Paris. pp21-25.

41- Aminot et chauseped. (1962) . Analyse de l'eau de mer. pp 117-154 .

ANNEXES

Annexe- I : Méthodes de mesures et d'analyses physico-chimiques

1-1- Mesure de la température

La température de l'eau est prise au point de prélèvement à l'aide d'un thermomètre électronique. La température est exprimée en °C.

1-2- Mesure de pH

La mesure est effectuée à l'aide d'un pH-mètre électrique, les résultats sont exprimés en unité pH.

1-3- Mesure de la conductivité électrique (CE)

Elle est mesurée à l'aide d'un conductimètre. Les résultats sont exprimées en $\mu\text{s}/\text{cm}^\circ$ à 20°C.

1-4- Mesure des matières en suspension (MES)

La détermination des matières en suspension peut se faire selon deux processus différents qui sont la filtration ou la centrifugation.

1-4-1- Méthode de filtration

Les matières en suspension (MES) sont séparées par filtration sous pression sur une membrane en fibre de verre tarée. Les matières recueillies sont séchées à 105°C et pesées.

1-4-2- Appareillage

- matériels courants de laboratoire
- fioles trompe à vide
- membranes filtrantes en fibre de verre.

1-4-3- Mode opératoire

Sécher une membrane filtrante à 105°C jusqu'à masse constante et peser. Filtrer ensuite sous pression un volume d'échantillon d'au moins 100 ml pour avoir un volume filtré supérieur ou égale à 50 ml d'une masse de matières retenues sur le filtre supérieur à 10 mg.

Sécher ensuite à l'étuve à 105 °C jusqu'à masse constante peser.

1-4-4- Expression des résultats

$$\text{MES} = \frac{(\text{M1} - \text{Mo}) \times 1000}{\text{V}} = \text{mg} / \text{l}$$

- V = volume en ml d'échantillon mis en œuvre
- Mo = masse en mg de la membrane avant utilisation
- M1 = masse en mg de la membrane après utilisation

1-5- Demande biochimique en oxygène (DBO)

1-5-1- Technique respirometrique

Cette technique présente un avantage important par rapport à la technique classique de dilution. Elle permet en effet d'être renseigné en continu grâce à un enregistrement cumulé de la DBO, ce qui donne des précisions intéressantes sur les cinétiques des réactions.

1-5-1-1- DBO-mètre Hach chemical compagny

Avant l'analyse, l'eau brute tamisée et décantée dans un cône pendant 2 heures. Le dosage de la DBO est effectué en incubant un échantillon d'eau (ml) enfermée à l'abri de la lumière et maintenue à 20°C pendant 5 jours. La mesure est effectuée à l'aide d'un appareil manométrique de DBO type « HACH » à lecture directe qui nécessite un minimum de préparation de l'échantillon et n'exige pas de dosages d'oxygène dissous pour les solutions incubées. Lors de la biodégradation des matières organiques, les microorganismes consomment l'oxygène contenu dans le flacon et la pression au dessus de l'échantillon diminue. Cette pression est tamisée au monomètre à mercure, et la DBO est lue sur l'échelle manométrique. le CO₂ formé est absorbé sur de la chaux soudée.

La lecture s'effectue durant les 5 jours d'incubation.

Cet appareil est simple et par il a l'avantage d'être moins onéreux que d'autre, peu encombrant et d'un emploi très facile, ce qui le rend compétitif pour les contrôles en séries ou des interventions sur le terrain.

Cette méthode instrumentale permet de suivre automatiquement l'évolution de la DBO au cours de l'oxydation des matières organiques contenues dans l'eau.

L'examen des courbes de la consommation en oxygène en fonction du temps permet d'expliquer les anomalies souvent rencontrées en appliquant la méthode par dilution.

Un palier initial de plusieurs heures traduit une inadaptation des germes au milieu ou un défaut d'ensemencement.

Un accroissement de la consommation d'oxygène, après un début de palier, peut correspondre à une oxydation biologique des composés contenus dans les eaux.

Une consommation plus forte sur les dilutions les plus grandes peut traduire la présence de toxiques dans l'effluent.

1-6- Demande chimique en oxygène (DCO)

1-6-1- Principe

L'oxydation par un excès de bichromate de potassium en milieu acide et à ébullition, des matières oxydables contenues dans l'eau en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure II.

Détermination de l'excès de bichromate à l'aide d'une solution titrée de sulfate de fer et d'ammonium.

1-6-2- Réactifs

- sulfate de mercure II en cristaux (complexation des chlorures).
- Acide sulfurique dans lequel est dissous 6,6 g/l de sulfate d'argent (catalyseur)

- Acide sulfurique
- Sel de Mohr : $\text{Fe SO}_4 (\text{NH}_4)\text{SO}_4, 6\text{H}_2\text{O} : 0,25\text{N}$
 - o (98 g/sel Mohr)
 - o Eau distillée 1000 ml
 - o (20 ml/l H_2SO_4)
- Bichromate de potassium $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,25N
 - o 12,2588 g/l de $\text{K}_2 \text{Cr}_2\text{O}_7$
- Indicateur coloré ferroïne
 - o Soit une solution commerciale
 - o Soit une solution préparée comme suit
 - (1,485 g de 1,10 phénanthroline)
 - (0,695 g de $\text{Fe SO}_4 7\text{H}_2\text{O}$)
 - (eau distillée 100ml)

La solution de bicarbonate doit être exactement 0,25N

1-6-3- mode opératoire

1-6-3-1- Dosage sel du Mohr

Le sel de Mohr étant très instable, il est nécessaire de le doser pour chaque série d'essai :

- | | | |
|---------------|---|---|
| Dans un erlen | { | <ul style="list-style-type: none"> - 25 ml de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,25N (exactement mesurés) - 200 ml d'eau distillée - 700 ml d'acide sulfurique |
|---------------|---|---|

On laisse refroidir, on titre le sel de Mohr en présence de Ferroïne.

1-6-3-2- Dosage de l'échantillon

La prise d'essai est variable selon la nature de l'échantillon de 1 à 50 ml. Si l'échantillon est trop concentré (couleur verte après l'addition de tous les réactifs) on procède à sa dilution avant de répéter le dosage.

On introduit la prise d'essai dans un ballon de 500 ml, on complète le volume de 50 ml avec de l'eau distillée.

Parallèlement, on fait un essai à blanc en remplaçant l'eau à doser par de l'eau distillée (50 ml).

On ajoute dans chaque ballon :

- 1g environ de sulfate de mercure II
- 25ml exactement mesurés de $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 0,25N
- Environ 75 ml de $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Ag SO}_4$
- Quelques billes de verre

Adapter le réfrigérant au ballon. Porter à ébullition pendant deux heures, laisser refroidir.

Ajouter quelques gouttes de ferroïne. Doser par le sel de Mohr

La coloration de l'organe passe au vert intense puis au rouge brun indiquant la fin du virage.

1-6-4- Expression des résultats

1-6-4-1- Titre de sel de Mohr

$$T = \frac{0,25 \times 25}{V_T}$$

V_T = volume de sel de Mohr nécessaire pour doser les 25 cm³ de K₂Cr₂O₇ 0,25N

1-6-4-2- DCO

$$DCO = \frac{8000 (V_0 - V_1) \times T}{V} = \text{mg/l}$$

V_0 = volume de sel de Mohr utilisé pour l'essai à blanc (ml)

V_1 = volume de sel de Mohr utilisé pour l'échantillon (ml)

V = volume de la prise d'essai (ml)

T = titre de sel de Mohr

1-6-4-3- Remarques

En ajoutant l'acide sulfurique dans le ballon, on graisse le col du ballon afin qu'il ne colle pas au réfrigérant à la fin de l'oxydation.

- si l'échantillon à analyser contient des matières volatiles, on ajoute tous les réactifs avant d'introduire la prise d'essai
- si la quantité de chlorures est importante, il faut augmenter la quantité de sulfate de mercure afin que le rapport HgSO₄ /cl soit de 10 dans la prise d'essai. Mais la quantité minimale d' HgSO₄ est de 1g.

1-7- Mesure du sulfure

L'ion sulfure est extrêmement toxique pour les organismes vivants à une dose de 4 mg/l et suivant le pH, il entraîne la mort de certaines espèces de poissons. Son rejet est donc prescrit dans la législation internationale comme substance toxiques(rapport-tannerie,2001). Les composés du soufre réducteur peuvent être dosés par iodimètre un second dosage ou les sulfures auront été éliminés dans précipitation, donnera la teneur en sulfure par différence.

1-7-1- Dosage volumétrique

Méthode donnant de bons résultats mais n'étant pas très spécifique.

1-7-2- Matériel

Pipettes, Béchers, Eprovettes graduées, Burettes, Agitateur.

1-7-3- Réactifs

- Solution tampon (ammoniaque 0,5N, chlorure d'ammonium 0,75N).
- Solution 0,05 M de ZnSO₄, 7H₂O
- Papier à l'acétate de plomb.

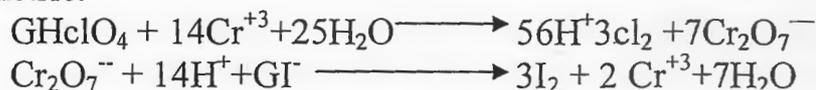
1-9- Chrome total

Le chrome est considéré comme toxique. Son rejet est donc réglementé. Il peut se présenter principalement sous deux degrés d'oxydation stable, le chrome trivalent, dont les toxicités relatives sont très controversées à l'heure actuelle.

1-9-1- Méthode à l'acide perchlorique norme AFNOR G 52 208

1-9-1-1- Principe

Le chrome est oxydé en bichromate par l'action de l'acide perchlorique à ébullition et en milieu sulfurique et nitrique. Le chrome hexavalent est dosé par iodométrie.



1-9-1-2- Réactifs

- acide perchlorique : HClO_4
- acide sulfurique : H_2SO_4
- acide nitrique : HNO_3
- acide phosphorique : H_3PO_4
- IODURE de potassium : KI
- Thiosulfate de sodium : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (solution titrée)
- Thiodéme

1-9-1-3- Mode opératoire

Oxydation :

Dans un erlen, introduire un volume connu d'eau à analyser.

Ajouter : 15 ml H_2SO_4 RP concentrée

10 ml HClO_4 RP concentrée

4 ml HNO_3 RP concentrée

Placer des billes de verre et porter à ébullition. Quand la solution vire à l'origine, maintenir l'ébullition pendant environ 2 minutes. Laisser refroidir 5 mn puis refroidir sous l'eau froide. Compléter le volume à 200 ml environ avec de l'eau distillée. Faire bouillir pendant 10 mn pour éliminer les vapeurs de chlore (vérifier l'absence de chlore en présentant un papier Iodo-amidoné ; aucun virage ne doit se produire). Laisser refroidir. Transvaser dans une fiole jaugée de 250 ml et compléter du volume.

Dosage iodométrique

Prélever une partie aliquote de la solution

Ajouter 15 ml d' H_3PO_4 pour masquer éventuellement le fer. Compléter à 200 ml environ avec de l'eau distillée.

Ajouter 10 ml de KI à 50 g/l. laisser reposer 5 mn. La solution est alors brune.

Doser par le thiosulfate jusqu'à décoloration, vérifier la fin du virage par addition de thiodéme (absence de coloration bleue due au thiodéme).

1-9-1-4- Expression des résultats

- 1 ml de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ N}$ $\xrightarrow{10}$ 0,002533 g Cr_2O_3

- si V2 est le volume de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ N} / 10$ utilisé pour le dosage
- V1 la partie aliquote de la solution utilisée pour le dosage
- V le volume de la prise d'essai initial

$$\text{Cr}_2\text{O}_3 = \frac{V2 \times 0,002533 \times 250 \times 1000}{V1 \times N} = \text{ g/l}$$

$$\text{Cr}^{+3} = \frac{V2 \times 0,001733 \times 250 \times 1000}{V1 \times V} = \text{ g/l}$$

1-10-Manganèse

Réactif : gamme haute : 0,10 mg/l

Le manganèse se trouve dans les eaux souterraines comme d'ions divalent Mn^{+2} en raison de l'absence d'oxygène souterrain. Les eaux de surface peuvent contenir des combinaisons de manganèse à divers états d'oxydation sous forme de complexes solubles ou de particules en suspension.

1-10-1- Réactif

Tampon citrate

Periodate de sodium

1-10-2- Technique de mesure et expression du résultat

- Mesurer 25 ml d'eau à l'éprouvette. verser cet échantillon dans un flacon colorimétrique propre.
- Ajouter le contenu d'une gélule de tampon Citrate pour oxydation par le périodate à froid. Agiter pour dissoudre la poudre.
- Ajouter le contenu d'une cellule de périodate de Sodium à l'échantillon. Agité pour dissoudre en présence de Manganèse, une coloration rose se développe. Attendre deux minutes au moins et dix minutes au plus, le développement complet de la coloration.
- Remplir un autre flacon colorimétrique avec de l'eau non traitée et placer le flacon dans la cellule de mesure. Fermer le couvercle. Introduire l'échelle graduée Manganèse (périodate oxydation Method), Ref. 41742-00 dans le galvanomètre et régler la longueur d'onde à 525 nm.
- Placer le commutateur de gomme sur LEFT SET et vérifier le zéro électrique. si nécessaire, faire coïncider l'aiguille avec l'extrémité gauche de l'air sur l'échelle graduée au moyen du bouton de réglage LEFT SET.
- Placer le commutateur de gamme sur NORM et amener l'aiguille à zéro mg/l au moyen des boutons de réglages RIGHT SET. Placer l'échantillon préparé dans la cellule de mesure et fermer le couvercle lire concentration du Manganèse en mg/l.

1-11- L'Aluminium

Gamme : 0-0,7 mg/l.

L'aluminium, le métal le plus abondant sur terre, est présent dans les eaux naturelles par le contact avec les roches, Le sol et l'argile. La coagulation par l'aluminium des les systèmes de clarification de l'eau traitée, bien qu'il ne reste que 20 à 50 mg d'aluminium dans le produit final si les opérations sont effectuées correctement.

1-11-1- Réactifs

Réactif Aluver 3.

Réactif poudre décolorante 3

1-11-2- Technique de mesure et expression du résultat

- mesurer 50 ml d'échantillon dans une éprouvette graduée de 50 ml bouchée émeri.
- Ajouter les contenus d'une gélule de réactif aluver3, boucher l'éprouvette et retourner plusieurs fois pendant une minute pour mélanger. En présence d'aluminium, une coloration rouge – orange se développe.
- Remplir deux flacons colorimétriques propres jusqu'au trait 25 ml avec la solution préparée ci-dessus. Ajouter à l'un des flacons le contenu d'une gélule de réactif poudre décolorante3, boucher et agiter vigoureusement pendant 30 secondes. Attendre quinze minutes au plus à partir de l'introduction du réactif Aluver 3 avant de faire la mesure.
- Placer le flacon colorimétrique contenant l'échantillon décoloré dans la cellule de mesure. Fermer le couvercle. Introduire l'échelle graduée « Aluminium » (Aluver3) dans le galvanomètre et ajuster la longueur d'onde à 522 nm.
- Placer le commutateur de gammes sur LEFT SET et vérifier le zéro électrique. Si nécessaire, faire coïncider l'aiguille avec l'extrémité gauche de l'arc sur l'échelle graduée au moyen du bouton de réglage LEFT SET.
- Placer le commutateur de gammes sur Nom et amener l'aiguille à zéro mg/l au moyen du bouton de réglage LEFT SET.
- Placer le commutateur de gammes sur Norm et amener l'aiguille à zéro mg/l au moyen du bouton de réglage RiGHT SET.
- Placer l'échantillon préparé dans la cellule de mesure et fermer le couvercle. Lire la concentration de l'aluminium en mg/l.

1-12- L'Ammonium

1-12-1- Réactifs

Réactif 1 : solution de phénol Nitroprussiate (1,75g phénol
(0,02g nitroprussiate
(eau distillée jusqu'à 50 ml

Réactif 2 : solution alcaline d'hypochlorite (14 g Citrate trisodique
(1,1 g NaOH
(2 ml hypchlorite (javel)

1-12-2- Appareillage

On doit disposer d'un spectrophotomètre ou d'un colorimètre, muni d'un filtre ayant un maximum de transmission vers 630 nm, pouvant accepter des cuves jusqu'à 10cm de trajet optique.

Des distributions automatiques de réactifs s'avèrent très utiles, en particulier à bord d'une embarcation.

1-12-3- Mode opératoire

- prendre 50 ± 5 ml d'échantillon directement dans le flacon.
- Ajouter 1,5 ml du réactif 1
- Boucher et agiter pour bien homogénéiser.
- Ajouter sans attendre 1,5 ml du réactif 2.
- Boucher et agiter à nouveau.
- Placer immédiatement à l'abri de la lumière pendant 6 à 8 h (ou mieux pendant une nuit) à température ambiante.
- Mesurer l'absorbance à 630 nm, par rapport à l'eau distillée, en cuves de 10 cm de trajet optique , ou en cuve plus petite (au dessus de $5 \mu \text{ mol.l}^{-1}$ la coloration reste stable pendant plusieurs jours à l'abri de la lumière.

1-12-4- Expression des résultats

Soit :

- A_{tr} : l'absorbance mesurée pour l'échantillon traité
- b_t : l'absorbance mesurée pour le blanc de turbidité
- b_r : l'absorbance mesurée pour le blanc des réactifs

L'absorbance nette est :

$$A = A_{tr} - b_t - b_r$$

On peut également déterminer la pente P de la droite d'étalonnage en $\mu \text{ ml l}^{-1}$ par unité d'absorbance. Dans ce cas la concentration est :

$$[\text{NH}_4^+] \mu \text{ ml.l}^{-1} = P \times A$$

$$(P = 0,0153, b_r = 0,0335)$$

La conservation en mg.l^{-1} est : multiplier les $\mu \text{ mol.l}^{-1}$ par 0,018.

1-13- Phosphate

1-13-1- Réactifs

Solution molybdate d'ammonium (1,5 g molybdate d'ammonium
(50 ml d'eau distillée)

Acide sulfurique (7,77 ml acide sulfurique (densité =1,84)
(50 ml d'eau distillée)

Solution d'acide ascorpique (5,4 g d'acide ascorpique
(50 ml d'eau distillée)

Solution d'oxytartrate de potassium (0,068 g d'oxytartrate de potassium
(50 ml d'eau distillée)

1-13-2- Appareillage

On doit disposer d'un spectrophotomètre, ou d'un colorimètre muni d'un filtre ayant un maximum de transmission à 885 nm environ, pouvant accepter des cuves jusqu'à 10cm de trajet optique.

Des éprouvettes de 100 ml à bouchon vissé ou rodé sont d'un usage pratique pour mélanger l'échantillon et le réactif sans transvasage supplémentaire.

1-13-3- Mode opératoire

La température des échantillons doit être comprise entre 15 et 30°C

On procède comme suit :

- préparer le mélange réactif (10 ml solution molybdate d'ammonium
(25 ml acide sulfurique
(5 ml solution oxytartrate de potassium
(10 ml solution d'acide ascorpique
- mesurer 50 ml d'échantillon
- ajouter 5 ml du mélange-réactif et homogénéiser
- attendre 5 mn et mesurer l'absorbance à 830 nm en cuves de 10 cm de trajet optique , par rapport à l'eau distillée

1-13-4- Expression des résultats

Soit :

- A_{tr} : l'absorbance mesurée pour l'échantillon traité
- b_t : l'absorbance mesurée pour le blanc de turbidité
- b_r : l'absorbance mesurée pour le blanc des réactifs

L'absorbance nette est :

$$A = A_{tr} - b_t - b_r$$

On peut également déterminer la pente P de la droite d'étalonnage en $\mu \text{ ml l}^{-1}$ par unité d'absorbance. Dans ce cas la concentration est :

$$[\text{PO}_4^{-3} +] \mu \text{ ml.l}^{-1} = P \times A$$

$$(P = 0,0196, br = 0,0105)$$

La conservation en mg.l^{-1} est multiplier les $\mu \text{ mol.L}^{-1}$ par 0,095.

1-14-Nitrate 1-14-1-principe

En présence de salicylate de sodium, les nitrates donnent du paranitro-salicylate de sodium, coloré en jaune et susceptible d'un dosage spectrophotométrie.

1-14-2- Les matériel:

- capsule de 60 ml
- bain marie + étuve 75 – 80°C
- fiole jaugée 1l

1-14-3- les réactifs

- solution de salicylate de sodium à 1% a renouvelé tous les 24 H
- ~~acide sulfurique~~ acide sulfurique concentré $d = 1,84$
- solution hydroxide de sodium (Hydroxyde de sodium 20g
(Sel d'EDTA 50g
(Eau permutée 100ml

1-14-4- Mode opératoire et expression des résultats

- introduire 10 ml d'eau à analyser dans une capsule de 60 ml
- ajouter 1 ml de solution de salicylate de sodium
- mélanger puis évaporer
- laisser refroidir
- reprendre le résidu par 1 ml d'acide sulfurique
- attendre 10 mn
- ajouter 15 ml d'eau permutée puis 10 ml de solution de NaOH
- effectuer la lecture au spectrophotomètre à 415 nm

1-15- Dureté total (TH)

1-15-1-réactifs

Solution d'EDTA (N/100) (EDTA 1,86 g
(Eau distillée 1000 ml

Solution tampon pH =10 (NH₄ CL 54 g
(NH₃ 350 ml
(eau distillée 1000 ml

Solution de noir d'ériochrome T (NET) dans l'alcool ethylique absolu à 0,4% (à conserver à l'abri de la lumière)

1-15-2- Appareillage

- burette (pour la titration)
- éprouvette
- bêcher
- pissete -pipette graduée

1-15-3-Mode opératoire

Pour prélever 50 ml d'eau à analyser chauffer la prise d'essai à une température d'environ 60°C.

Ajouter 5 ml de la solution tampon et quelque gouttes d'indicateur coloré (NET) titrer avec l'EDTA jusqu'au virage du rouge rieux au bleu.

1-15-4- Expression des résultats

Soit V le volume d'EDTA versé (en ml)

$$TH = VF^{\circ}$$

1-16-Titre alcalimétrique simple (TA) et titre alcalimétrique complet (TAC)

1-16-1- Réactifs

Solution de $H_2SO_4(N/10)$ ($H_2SO_4(36N)(98\%)$) 2,77 ml
(eau distillée 1000ml)

Phénophtaléine 05 %

Heliantine (Méthyle orange) 0,5%

1-16-2- Appareillage

- pipette graduées
- éprouvette
- burette, becher

1-16-3- Mode opératoire

1-16-3-1- TA

Prélever 50 ml d'eau à analyser et ajouter quelques gouttes de phénophtaléine.
Titre par H_2SO_4 jusqu'au virage du rose à l'incolore soit V_1 volume de H_2SO_4 versé.

$$TA = 50 \times V_1 F^\circ$$

1-16-3-2- TAC

Prélever 50 ml d'eau à analyser et ajouter quelques gouttes d'eliantine titrer par $H_2SO_4(N/10)$ jusqu'au virage du jaune orangé.

Soit : V_2 ml de H_2SO_4 verser

$$TAC = 50 \cdot V_2 F^\circ$$

Annexe II : Les Résultats

Tableau 01- Les températures de l'eau des quatre stations étudiées pendant six campagnes de prelevement :

Compagne	Stations 01	Station 02	Station 03	Station 04
22/03/05	22,00	21,50	21,00	22,00
11/04/05	16,00	16,00	15,50	15,50
20/04/05	20,00	20,00	19,50	19,50
26/04/05	23,50	23,00	23,50	23,50
07/05/05	23,50	23,50	23,50	23,50
15/05/05	23,50	23,50	23,50	23,50

Tableau 02- Les valeurs de températures obtenues dans l'eau pour chaque station étudiée.

	Stations 01	Station 02	Station 03	Station 04
Moyenne	21,41	21,25	21,08	21,25
Minimum	16,00	16	15,50	15,50
maximum	23,50	23,50	23,50	23,50

Tableau 03 - Les pH de l'eau des quatre stations étudiées pendant les six campagnes de prélèvement.

Compagne	Stations 01	Station 02	Station 03	Station 04
22/03/05	7,65	7,59	7,60	7,67
11/04/05	6,26	6,40	6,37	6,21
20/04/05	7,92	8,57	8,28	8,25
26/04/05	7,34	7,16	7,56	7,61
07/05/05	8,39	8,63	8,39	8,05
15/05/05	8,39	8,28	8,43	8,15

Tableau 04- Les prélèvements de pH obtenus dans l'eau pour chaque station étudiée.

	Stations 01	Station 02	Station 03	Station 04
Moyenne	6,04	7,77	7,77	7,64
Minimum	6,26	6,40	6,37	6,21
maximum	8,39	8,63	8,43	8,25

Tableau 05-variation de la conductivité électrique de l'eau des 04 stations étudiées pendant 06 campagnes de prélèvement.

Compagnes	Stations 01	Station 02	Station 03	Station 04
22/03/05	1320	19100	17000	1890
11/04/05	4040	16200	18800	4610
20/04/05	2010	18600	17600	1950
26/04/05	1910	19800	17700	3990
07/05/05	1750	22900	17900	1910
15/05/05	1310	22100	19800	1900

Tableau 06-les valeurs de conductivité électrique obtenus dans l'eau pour chaque station, étudiée

	Stations 01	Station 02	Station 03	Station 04
Moyenne	2056,66	19783,33	18133,33	2708,33
Minimum	1310	16200	17000	1890
maximum	40,40	22900	19800	4610

Tableau 07-Les valeurs des matières en suspension dans l'eau des 04 stations étudiées pendant 06 campagnes de prélèvements.

Compagne	Stations 01	Station 02	Station 03	Station 04
22/03/05	12	436	320	104
11/04/05	12	660	423	88
20/04/05	12	656	160	176
26/04/05	12	536	336	80
07/05/05	12	548	371,5	96
15/05/05	12	596	248	128

Tableau 08- Les valeurs des matières en suspensions obtenus dans l'eau pour chaque station étudiée.

	Stations 01	Station 02	Station 03	Station 04
Moyenne	12	572	309,75	112
Minimum	12	436	160	80
maximum	12	660	423	176

Tableau 09- Les valeurs de la demande biochimique en oxygène (DBOS) de l'eau de la station 03 étudiées pendant 04 compagne de prélèvement

Compagne	DBOS ($\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$)
22/03/05	30
11/04/05	42
20/04/05	45
07/05/05	80
Moyenne	49.25

Tableau 10- Les valeurs de la demande chimique en oxygène (DCO de l'eau obtenu dans la station 03 pendant quatre compagnes de prélèvement.

Compagne	DCO ($\text{mgO}_2 \cdot \text{l}^{-1}$)
22/03/05	80
11/04/05	115
20/04/05	120
07/05/05	150
Moyenne	116.25

Tableau 11- Les valeurs des rapports (DCO/DBO₅) obtenus de l'eau de la station 03 .

Compagne	DCO/DBO ₅
22/03/05	2,66
11/04/05	2,73
20/04/05	2,66
07/05/05	1,87
Moyenne	2.50

Tableau12- les valeurs des sulfures obtenus dans l'eau de la station.03 pendant 04 compagnes de prélèvement.

Compagne	Sulfures (mg/l)
22/03/05	0,15
11/04/05	0,28
20/04/05	0,15
07/05/05	0,80
Moyenne	0,345

Tableau 13 –Les teneurs en chlorures de l'eau des quatre stations étudiées.

Compagne	Stations 01	Station 02	Station 03	Station 04
22/03/05	6	150	250	17
11/04/05	15	150	120	30
20/04/05	12	145	130	08
26/04/05	10	170	130	30
07/05/05	10	190	180	130
15/05/05	9	175	290	15

Tableau 14 - Les valeurs de chlorures obtenus dans l'eau pour chaque stations étudiées.

	Stations 01	Station 02	Station 03	Station 04
Moyenne	10,33	163,33	183,33	18,83
Minimum	6	145	120	8
maximum	15	190	290	130

Tableau 15 - Les valeurs de chrome total (Cr^{+3}) obtenu dans l'eau de la station 03 étudiée.

Compagne	chrome total (Cr^{+3})
22/03/05	0,10
11/04/05	0,06
20/04/05	0,12
07/05/05	0,12
Moyenne	0,10

Tableau16 - Les valeurs du manganèse obtenues dans l'eau de la station 03 étudiée.

Compagne	Manganèse (Mn)(mg/l)
22/03/05	0,18
11/04/05	0,10
20/04/05	0,22
07/05/05	0,25
Moyenne	0,18

Tableau 17 -Les valeurs d'Aluminium (Al^{+3}) obtenues dans l'eau de la station 03 étudiée

Compagne	Al^{+3} (mg/l)
22/03/2005	0,08
11/04/2005	0,10
20/04/2005	0,20
07/05/2005	0,20
Moyenne	0,14

Tableau 18 -Les valeurs d'Ammonium (NH_4^+) de l'eau des 04 stations étudiées pendant 06 compagnes de prélèvement.

Compagnes	Station 1	Station2	Station 3	Station 4
22/03/05	0,44	1,18	4,60	0,65
11/04/05	0,82	1,83	1,76	3,40
20/04/05	0,11	2,07	2,15	3,87
26/04/05	0,59	2,67	2,45	5,90
07/05/5	0,11	2,43	1,70	4,26
15/05/05	0,61	1,22	1,98	1,57

Tableau 19 -les valeurs d'Ammonium (NH_4^+) obtenues dans l'eau pour chaque station

	Station 1	Station2	Station 3	Station 4
Moyenne	0,44	1,00	2,44	3,27
Minimum	0,11	1,18	1,70	0,65
Maximum	0,82	2,67	4,60	5,90

Tableau 20- Les valeurs de phosphate (Po_4^{-3}) de l'eau des 04 stations étudiées pendant 06 compagnes de prélèvement

Compagnes	Station 1	Station2	Station 3	Station 4
22/03/05	8,35	15,94	15,39	13,30
11/04/05	9,11	10,96	7,50	6,96
20/04/05	9,71	7,57	8,28	1,98
26/04/05	5,90	6,37	6,33	4,50
07/05/5	2,09	5,17	4,38	7,02
15/05/05	3,57	7,07	6,50	6,62

Tableau 21 -Les valeurs de phosphate (Po_4^{3-}) obtenues dans l'eau pour chaque station

	Station 1	Station2	Station 3	Station 4
Moyenne	6,45	8,84	8,06	6,72
Minimum	2,09	5,17	4,38	1,98
Maximum	9,71	15,94	15,39	13,30

Tableau 22 -Les valeurs moyennes de Nitrates (NO_3^-) dans l'eau des quatre stations étudiées pendant six compagnes de prélèvement.

Compagnes	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
22/03/05	22,09	51,97	16,94	72,57
11/04/05	32,91	67,94	40,64	72,57
20/04/05	04,58	80,30	29,31	71,03
26/04/05	27,24	24,15	24,15	71,03
07/05/5	20,55	20,55	36,00	23,64
15/05/05	20,03	77,21	92,15	10,26

Tableau 23 -Les valeurs de Nitrates (NO_3^-) obtenues dans l'eau pour chaque station

	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Moyenne	21,23	45,02	39,86	53,51
Minimum	32,91	80,30	92,15	72,57
Maximum	04,58	20,55	16,94	10,25

Tableau 24 - Les valeurs de la Dureté total (TH) de l'eau pour les 04 stations étudiées pendant 06 compagnes de prélèvement.

Compagnes	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
22/03/05	8,00	20,00	15,00	5,50
11/04/05	8,00	9,00	22,50	5,50
20/04/05	4,00	14,00	10,50	7,00
26/04/05	4,00	9,90	10,50	6,50
07/05/5	3,00	9,50	9,00	5,00
15/05/05	2,50	10,00	9,30	4,00

Tableau 25 -Les valeurs de la Dureté total (TH) obtenues dans l'eau pour chaque station

	St 1	St 2	St 3	St 4
Moyenne	4,41	12,06	12,80	5,58
Minimum	2,50	9,00	9,00	4,00
Maximum	8,00	20,00	22,50	7,00

Tableau 26 - Les valeurs d'Alcalimétrie Complet (TAC) de l'eau pour les quatre stations étudiées pendant six campagnes de prélèvement.

Compagnes	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
22/03/05	38,00	219,00	59,00	49,00
11/04/05	18,00	160,00	80,00	40,00
20/04/05	14,00	60,00	65,00	25,00
26/04/05	13,00	80,00	75,00	15,00
07/05/5	10,00	360,00	100,00	49,00
15/05/05	12,00	360,00	100,00	50,00

Tableau 27 -Les valeurs d'Alcalimétrie Complet (TAC) obtenues dans l'eau pour chaque station

	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Moyenne	17,50	206,50	79,33	38,00
Minimum	10,00	60,00	59,00	15,00
Maximum	38,00	360,00	100,00	49,00

Annexe III - Journal Officiel de la République Algérienne N° 46 juillet 1993

VALEURS LIMITEES MAXIMALES DES PARAMETRES DE REJET DES INSTALLATIONS DE DEVERSEMENT INDUSTRIELLES		
PARAMETRES	UNITES	VALEURS MAXIMALES
Température	°C	30
pH	-	5,5 à 8,5
MES	Mg / l	30
DBO ₅	Mg / l	40
DCO	Mg / l	120
Azote Kjeldah	Mg / l	40
Phosphates	Mg / l	02
Cyanures	Mg / l	0,1
Aluminium	Mg / l	4
Cadmium	Mg / l	0,2
Chrome 3+	Mg / l	3
Chrome G+	Mg / l	0,1
Fer	Mg / l	5
Manganese	Mg / l	1
Mercure	Mg / l	0,01
Nickel	Mg / l	5
Plomb	Mg / l	1
Cuivre	Mg / l	3
Zinc	Mg / l	5
Huiles et graisses	Mg / l	20
Hydrocarbures	Mg / l	20
Phénols	Mg / l	0,5
Solvants organiques	Mg / l	20
Chlore actif	Mg / l	0,1
PCB	Mg / l	0,001
Détergent	Mg / l	2
Tansio actifs anionique	Mg / l	10