

10/91

2 EX

وزارة الجامعات  
Ministère aux Universités

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
BIBLIOTHEQUE — المكتبة  
Ecole Nationale Polytechnique

# ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT GENIE DE L'ENVIRONNEMENT

## PROJET DE FIN D'ETUDES

### SUJET

ETUDE PRELIMINAIRE DES EAUX  
RESIDUAIRES D'UN COMPLEXE DE  
DETERGENTS

**E.N.A.D. SOUR-EL-GHOZLANE**

Proposé par :

Dr AZZOUZ

Etudié par :

Melle IDIR NADIA

Dirigé par :

Dr AZZOUZ

M. NAAMANE

PROMOTION

JUIN 1991

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

POUR

L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT

---

SUJET :

**ETUDE PRELIMINAIRE DES EAUX RESIDUAIRES  
D'un COMPLEXE DE DETERGENTS  
E.N.A.D. SOUR-EL-GHOZLANE**

Presenté par :  
Mlle IDIR Nadia

PROMOTEUR : Dr AZZOUZ  
CO-PROMOTEUR : Mr NAAMANE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
المكتبة — BIBLIOTHEQUE  
Ecole Nationale Polytechnique

## R E M E R C I E M E N T S

Le présent travail a été réalisé au laboratoire de toxicologie ( Département de Pharmacie - Alger) sous la direction du Pr. R.MERAD.

Qu'il me soit permis de remercier Madame Le Professeur MERAD. A cette occasion, je lui présente l'expression de ma profonde reconnaissance pour l'aide qu'elle m'a apportée.

Je transmets toute ma gratitude et ma reconnaissance à Mr Le Dr AZZOUZ, mon promoteur pour m'avoir initié.

Je remercie également :

Mr A. NAAMANE, mon co-promoteur et enseignant à l'E.N.P.A pour son aide précieuse.

Mr R. MHENNI pour sa contribution à la réalisation de ce travail.

Mr Ahmed HADJOUJ, Directeur du Développement et de la Recherche au sein de l'Entreprise Nationale des Détergents "E.N.A.D" ( SOUR EL GHOZLANE).

Mr MESSAD et Mr BENSALD, cadres à l'E.N.A.D, ainsi que les techniciens du laboratoire de l'E.N.A.D, qui ont eu la bonté de nous présenter leur aide.

L'ensemble du personnel du laboratoire de toxicologie de la Faculté d'Alger.

Que les membres du jury trouvent ici mes vifs remerciements pour bien vouloir juger ce travail.



S O M M A I R E

Introduction .....	6
I - But et objectif du travail .....	8
II- Généralités sur les produits détergents .....	8
1)-Les agents de surface ou produits tensioactifs.....	8
1-1- Classification des agents de surface.....	11
a)- Les agents de surface anioniques.....	11
b)- Les agents de surface cationiques.....	13
c)- Les agents de surface non anioniques.....	14
d)- Les agents de surface amphotères.....	15
2)- Les Adjuvants.....	16
2-1 Les adoucisseurs de lavage.....	16
a)- Le Tripolyphosphate de Sodium.....	16
b)- L'Acide nitrito-tri-acétique (NTA).....	17
c)- L'Acide citrique.....	17
d)- L'amino-silicate de Sodium.....	17
2-2 = Les Alcalis de lavage.....	17
a)- Le Silicate de Sodium.....	17
b)- Le carbonate de Sodium.....	18
c)- Le carboxyméthylcellulose.....	18

2-3	Les systèmes de blanchissement.....	18
	a)- Le Perborate de Sodium.....	18
	b)- Les Enzymes.....	18
2-4	Les Azurants.....	18
2-5	Les Additifs.....	19
3-	Formule type de détergent.....	19
4-	Applications des agents de surface.....	20
5-	Notion de biodégradabilité.....	21
	5-1 Définition.....	21
	5-2 Biodégradabilité des agents de surface.....	21
	5-3 Principaux facteurs influençant la biodégradabilité.....	24
6-	Les Nuisances.....	25
	6-1 Origine des détergents dans les eaux.....	25
	6-2 Effets des agents de surface sur les eaux de surface.....	25
	a)- Formation de mousses.....	26
	b)- Ralentissement des processus biologiques.....	27
	c)- Nuisances au niveau des stations d'épuration.....	27
	d)- Participation à l'eutrophisation des milieux naturels.....	27
7-	Toxicité des détergents.....	28
	7-1 Toxicité vis à vis des organismes inférieurs.....	29
	7-2 Toxicité vis à vis des végétaux.....	29
	7-3 Toxicité vis à vis des poissons.....	29



7-4 Toxicité vis à vis de l'homme et des animaux supérieurs.....	31
III - Présentation de l'entreprise de Détergents "ENAD" de SOUR EL GHOZLANE.....	32
1- Unités composantes l'entreprise.....	32
2- Produits Chimiques utilisés dans l'entreprise..	33
3- Description du procédé de fabrication.....	34
3-1- La sulfonation.....	34
3-2- Fabrication de détergent en poudre.....	36
3-3- Remarques.....	37
4- Production de l'Entreprise.....	38
4-1- Composition des différents produits....	38
a-Formule de détergent en poudre " NOOR"...	38
b-Formule de détergent pour machine "TELJ".	39
c-Formule de détergent liquide "ISIS".....	40
d-Formule de la poudre récurante "NADA"....	40
5- Alimentation en eau.....	41
6- Eaux résiduaires.....	41
IV - MESURE DE LA POLLUTION.....	42
1- Prélèvements et échantillonnages.....	42
1-1 ) Choix des points de prélèvements.....	42
1-2) Mode de prélèvements des échantillons.....	43
2- Paramètres analytiques.....	43
2-1) Paramètres physiques.....	44
2-2) Paramètres de pollution.....	44
2-3) Paramètres chimiques.....	44
3- Signification et importance des paramètres.....	44

4- Normes.....	48
4-1) Normes de rejets industriels.....	48
4-2) Normes relatives à l'eau de consommation...	49
5- Résultats et Interprétations.....	49
5-1)- Résultats.....	49
5-2)- Interprétation.....	59
6- Conclusion.....	70
 Conclusion générale.....	 71



### I n t r o d u c t i o n :

L'eau est, avec l'air que nous respirons, le plus précieux des patrimoines de l'humanité.

Du fait qu'elle dissout ce qui est soluble, qu'elle dilue ce qui est toxique, qu'elle déplace ce qui flotte, et qu'elle dissimule ce qui coule, l'eau est utilisée pour évacuer tout ce qui gêne. Elle accède ainsi au statut peu enviable de véhicule privilégié de la pollution, dont nous avons retenu la définition suivante relative aux eaux:

"La pollution s'entend comme une modification nocive des propriétés des eaux, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendants impropres à l'utilisation normale établie." (KETTAB 1986).

Les eaux souterraines, sources, rivières, lacs et mers échappent de plus en plus difficilement aux pollutions. Les diverses flores et faunes sont touchées; et les hommes eux mêmes rencontrent des difficultés de plus en plus nombreuses et de plus en plus graves pour assurer leur approvisionnement en eau potable.

Avec l'accroissement de la population mondiale, on peut dire sans risque d'erreur que la lutte contre la pollution, à peine amorcée, sera une lutte perpétuelle, toujours de plus en plus vive. Elle exigera des changements radicaux dans notre philosophie sociale.

Parmi les agents polluants, les détergents n'ont pas été sans problèmes avec l'environnement, à partir de 1950, les produits de lavage classiques, à base de substances naturelles, ont été remplacés par des détergents dits

synthétiques renfermant des agents de surface d'origine pétrolière, notamment du tétrapropylbenzène sulfonate de sodium à chaîne ramifiée.

Très rapidement des problèmes sont apparus dans l'environnement, au niveau des stations d'épuration et des rivières, problèmes se manifestant par des formations spectaculaires de mousses s'accompagnant de nuisances plus ou moins clairement attribuées aux détergents: perturbation des transferts d'oxygène aux sein des milieux, mortalités des poissons...

Face à une telle situation, les efforts conjugués de tous ont abouti à une meilleure protection de l'environnement et au développement de produits moins nuisibles. Aujourd'hui, la situation s'est considérablement améliorée sans qu'il faille pour autant considérer le problème comme totalement résolu, et cesser de s'en préoccuper.

Deux approches simultanées sont à mettre en oeuvre pour aboutir à l'évacuation des risques pour l'environnement :

- La prévision des risques basée sur la mise en oeuvre d'essais et d'analyses de laboratoires.

- La constatation sur le terrain des niveaux d'expositions et des effets.

En Algérie, à l'instar d'autres pays, avec l'accroissement de la population et de ses besoins, se pose de plus en plus de problèmes cruciaux, de la pollution et la nécessité de la protection de l'environnement devient impérieuse. Cette protection ne peut être réalisée sans une lutte soutenue contre les sources de pollution, notamment les industries.



## I - But et objectif du travail.

La pollution de l'eau en Algérie prend des proportions de plus en plus considérables, et pour éviter des conséquences plus graves, un contrôle des effluents industriels rigoureux s'avère indispensable car les points les plus efficaces de contrôle sont souvent leur source.

Nous avons choisi comme site de travail l'Entreprise Nationale des Détergents (ENAD) de SOUR EL GHOZLANE. Celle-ci rejette ses eaux polluées à travers des terres agricoles. Ce rejet s'étend sur une distance de dix kilomètres pour aboutir au barrage LAKHAL qui reçoit par ailleurs, les eaux résiduaires de la ville.

L'eau du barrage une fois traitée est reconduite en eau potable pour la ville de SOUR EL GHOZLANE et l'Entreprise elle même.

Notre travail porte sur l'évaluation de la pollution engendrée par cette Entreprise. Pour ce faire nous avons à déterminer les paramètres Physico-Chimiques (pH, T°, tensioactifs phosphates...) et les paramètres de pollution (DBO<sub>5</sub>, DCO, ...) ceci d'une part et d'autre part, le travail consiste en l'étude du profil de quelques paramètres de pollution et ce depuis la source (ENAD) jusqu'au barrage.

## II - Généralités sur les détergents :

Sous le nom de "détergent", on considère toute formulation spécialement étudiée pour concourir aux processus selon lesquels des souillures ou des salissures sont enlevées et mise en solution ou en dispersion. Ces formulations renferment des composants actifs, les agents de surface et des adjuvants qui eux sont des composants complémentaires (PESSON, 1980).

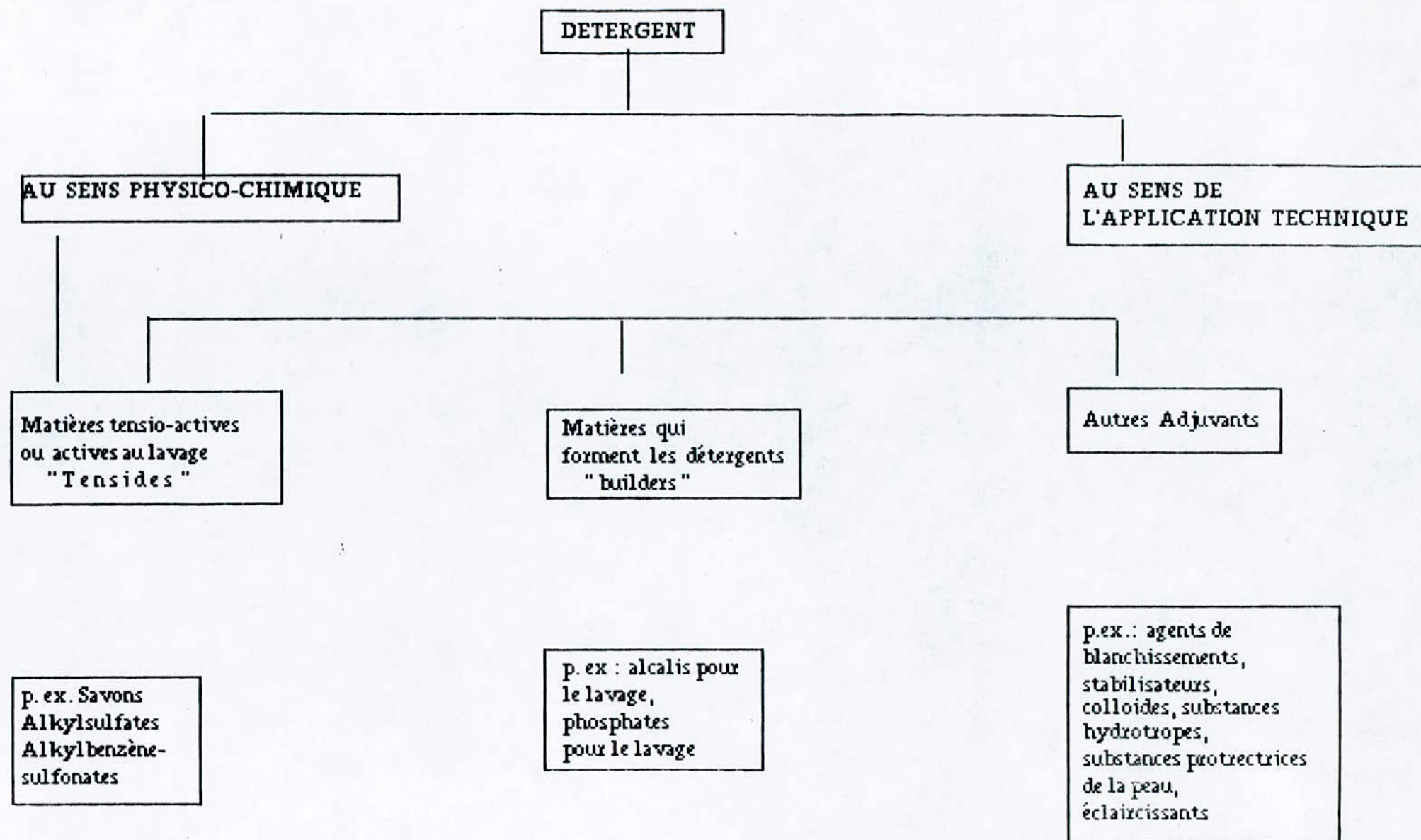
### 1- Les agents de surface ou produits tensio-actifs :

Certains produits ont une affinité naturelle pour l'eau : sucre, glycérol, glycols..., ils sont dits HYDROPHILES.

D'autres produits ont une affinité naturelle pour les huiles, pétrole, paraffines..., ils sont dits Hydrophobes.

Les produits dont la molécule comporte une partie Hydrophile et une partie Hydrophobe sont dits Amphiphites :

Tableau 1 : Composition des détergents [TEC 1990]





ces produits sont présentés par le symbole ci-dessous:  
(A.S.P.A,1990);(COLSON,1976).

fig (1)



Ces produits sont doués de propriétés particulières : mis en solution dans l'eau, ils se rassemblent aux interfaces en s'orientant afin que la partie Hydrophile de leur molécule soit dans l'eau et la partie Hydrophobe à l'extérieure. Lorsque cette interface est la surface libre de la solution en contact avec l'air, il se forme un film superficiel de molécules orientées qui en modifie les propriétés en diminuant la tension superficielle d'où le nom donné à ces produits: "Agents de Surface" ou "Produits tensio-actifs".

La surface de la solution est symbolisée par le dessin ci-dessous:

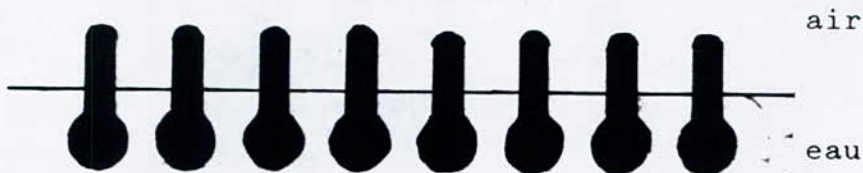


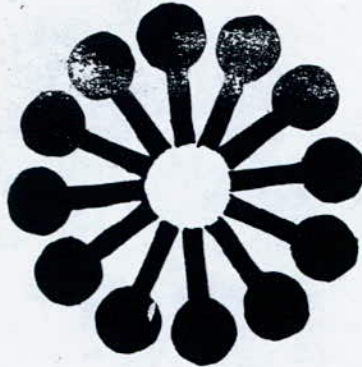
Fig (2)

Lorsque l'interface est la surface de contact entre deux liquides, de l'huile et de l'eau par exemple, les molécules d'agent de surface se rassemblent à cette interface, la partie hydrophile de leur molécule étant dans l'eau et la partie Hydrophobe dans l'huile, ces molécules créent une liaison entre les deux liquides, ce qui provoque une diminution de la tension interfaciale et facilite la formation d'émulsions.

Lorsque la concentration de la solution aqueuse en agent de surface est suffisante pour saturer les interfaces, les molécules en excès se rassemblent au sein de la solution en petits agrégats de molécules orientées, les parties hydrophiles tournées vers l'eau, les parties Hydrophobes vers l'intérieur;

ces agglomérats sont appelés micelles et symbolisés par le dessin ci-dessous ( A.S.P.A, 1990).

fig (3)



Les caractéristiques des agents de surface, leur confèrent des propriétés particulières, définies selon leur principale activité.

Ils sont appelés :

Détergents :Lorsqu'ils facilitent l'élimination des souillures, salissures et leur dispersion dans l'eau; ils sont utilisés pour le lavage et le nettoyage.

Dispersants :lorsqu'ils augmentent la stabilité de suspension de petites particules solides dans un liquide.

Emulsionnants : Lorsqu'ils facilitent la formation d'une émulsion, c'est à dire une dispersion sous forme de fines

gouttelettes d'un liquide dans un autre (huile dans l'eau par exemple) et en augmentant la stabilité.

Mouillants: lorsqu'ils favorisent l'étalement d'un liquide sur une surface solide ou augmentent sa vitesse de pénétration dans les corps poreux :coton, cuir, papier....

Moussants : Lorsqu'ils provoquent la formation de mousse.

Solubilisants : Lorsqu'ils augmentent la solubilité apparente dans l'eau de corps peu solubles

#### 1-1) Classification des agents de surface :

La chimie offre de nombreuses variétés d'agents de surface que l'on distingue selon la nature du groupement polaire hydrophile.

On distingue quatre familles de tensio-actifs:

##### a)-Les agents de surface anioniques :

Les anioniques qui s'ionisent en solution aqueuse en donnant naissance à un gros anion organique à forte affinité pour l'eau et d'une chaîne carbonée qui la fuit. Le tout est complété par un cation de faible masse moléculaire: métal



alcalin , ammonium, éthanolamines... (COLSON 1976) et (A.S.P.A. 1990).

Les agents de surface anioniques sont classés selon leur groupe hydrophile et comprennent :

1 - Les sulfonates :

On distingue en particulier, les alkylarènesulfonates obtenus par sulfonation en continu à l'anhydride sulfurique gazeux des alkylarènes (A.S.P.A, 1990 ).

Parmi les sulfonates, on distingue :

+ Le Dodécylbénézène sulfonate de sodium linéaire.

Principal agent de surface utilisé dans la formulation des détergents ménagers en poudre.



+ Les paraffines sulfonates :  $R - \underset{\text{SO}_3 \text{Na}}{\text{CH}} - R'$

+ Les Alphaoléfine-sulfonates :  $R - \text{CH} = \text{CH} - \text{SO}_3 \text{Na}$

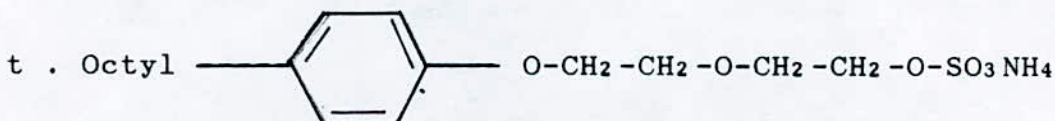
+ Les sulfosuccinates :  $\begin{matrix} \text{C}_8 \text{H}_{17} - \text{O} - \text{CO} - \text{CH} - \text{SO}_3 \text{Na} \\ \text{C}_8 \text{H}_{17} - \text{O} - \text{CO} - \text{CH}_2 \end{matrix}$

2- Les sulfates :

+ Les sulfates d'alcools gras :  
 $\text{C}_{12} \text{H}_{25} - \text{O} - \text{SO}_3 \text{Na}$

+ Les sulfates d'alcools gras éthoxylés  
 $\text{C}_{12} \text{H}_{25} - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{O} - \text{SO}_3 \text{Na}$

+ Les alkylphénols éthoxylés et sulfatés

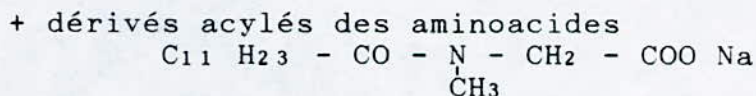


3- Les Carboxylates et savons :

+ savon  
 $\text{C}_{11} \text{H}_{23} \text{COO Na}$

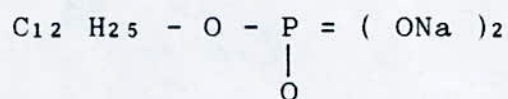


ou



#### 4- Les phosphates et phosphonates

Exemple : + Le mono - laurylphosphate de sodium



Remarques :

1°) Depuis 1974, du fait de la mise en place des réglementations concernant la biodégradation des agents de surface anioniques, les produits à chaîne ramifiée ne sont plus utilisés.

2°) Les anioniques sont très moussants, d'où l'inconvénient de leur utilisation pour le lavage en machine.

3°) Les anioniques retiendront particulièrement notre attention, car ils représentent la majorité des produits entrant dans la composition des formulations utilisées pour le lavage et sont principalement responsables des nuisances.

#### b- Les agents de surface cationiques:

Les sels d'amines grasses, de formule générale R-NH<sub>2</sub>,HX se dissocient en solution aqueuse pour former des produits

tensioactifs cationiques, le radical hydrocarboné R constituant le cation:

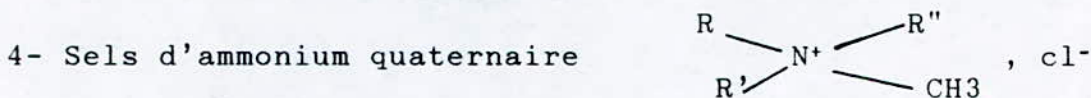
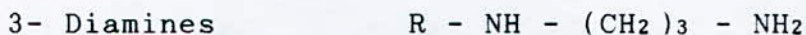
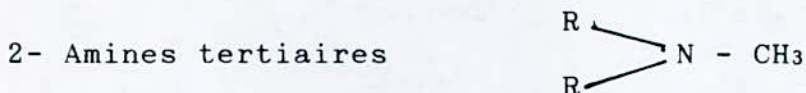
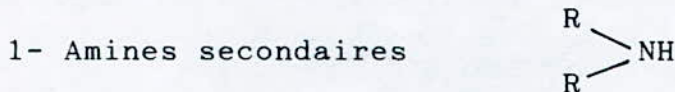


Ces agents tensioactifs ont la particularité de s'adsorber sur les surfaces chargées électronégativement, normalement Hydrophiles, pour les rendre Lipophiles.

Cette propriété remarquable est mise à profit dans tous les cas où l'on désire inverser la mouillabilité d'une surface (COLSON,1976).

Ces amines sont préparées à partir d'acides gras d'origine naturelle, tel que: suif, oléine, coprah, colza...

Ces acides gras sont transformés en nitrile, qui sont ensuite hydrogénés catalytiquement en amine primaire (R-CH<sub>2</sub>-NH<sub>2</sub>). A partir de ces amines primaires, on peut synthétiser de nombreux dérivés (A.S.P.A,1990).



Remarque :

Ces produits sont peu employés et réservés à des usages particuliers, notamment à l'adoucissement du linge et grâce à leur effet antistatique, ils préviennent la corrosion à l'intérieur des machines à laver.

c)-Les agents de surface non ioniques :

Les substances appartenant à ce groupe sont toujours constituées par les molécules renfermant des groupements hydroxyles, hydrophiles et des groupements lipophiles mais ils ne s'ionisent pas ou peu en solution aqueuses.

Les deux tiers des agents de surface non ioniques sont obtenus par condensation d'oxyde d'ethylène sur des corps hydrophobes comportant un ou plusieurs hydrogènes actifs:



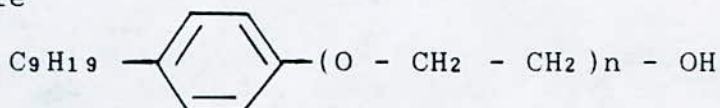
alcools gras, acide gras, alkylphenols, amines grasses, polypropyléneglycols...( A.S.P.A, 1990).

EXEMPLES :

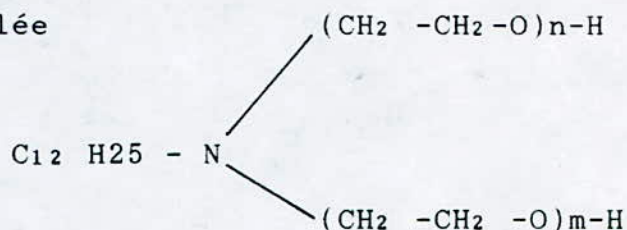
1 - Alcool stéarylique éthoxylé :  $C_{18}H_{37} (O-CH_2-CH_2)_n-OH$

2 - Acide stéarique éthoxylé :  $C_{17}H_{35} -CO ( O-CH_2-CH_2 )_n-OH$

3- Nonylphenol étoxylé



4- Amine laurique éthoxylée



Remarque

Les non ioniques connaissent aujourd'hui, une faveur croissante surtout pour le lavage en machine, car ils ne moussent pas et mouillent bien les synthétiques à l'inverse des anioniques qui sont très moussants et moins efficaces pour les synthétiques,

d- Les agents de surface ampholytes :

Les ampholytes possèdent plusieurs groupements fonctionnels et peuvent s'ioniser selon les conditions de PH dans lesquelles ils se trouvent :

En milieu acide, ce sont des cationiques.

En milieu basique, ce sont des anioniques.

Les ampholytes comportent un groupement carboxylique ou sulfonique d'une part, et d'autre part une fonction amine ou une fonction ammonium quaternaire.

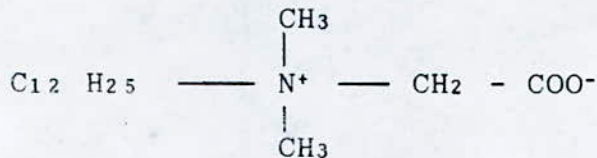
Se sont surtout des aminoacides, et ils sont très solubles pour un PH compris entre 8 - 9 ils produisent un volume de

mousse de même importance que celui fournit par les anioniques (DAUTRY, 1989).

parmi les agents de surface amphotères, on distingue :

1- N- Laurylamine Propionate de Sodium  
 $C_{12} H_{25} - NH - CH_2 - CH_2 - COO Na$

2- N- Lauryldinethylbétaine :



Remarques :

L'idée directrice qui a mené à la conception des agents de surface amphotères a été de réunir dans un même suractif :

1)- Le caractère anionique à cause de son pouvoir détergent marqué.

2)- Le caractère cationique du fait de son pouvoir bactéricide prononcé, associé à une affinité pour la peau.

3)- Absence de caractère irritant aux tests sur l'oeil et aux tests cutanés.

2 - Les Adjuvants :

En plus des principes réellement actifs, les détergents renferment des composants complémentaires dont le rôle et les nuisances ne sont pas toujours négligeables.

Les Adjuvants contribuent essentiellement à la performance des lavages par les effets et les pouvoirs suivants :

- Pouvoir séquestrant des ions  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  , provoquant la dureté de l'eau
- Effet de stabilisation du pH ( zone de pH très large)
- Pouvoir de solubilisation : propriété mise à profit dans la détergence pour redissoudre les dépôts des sels alcalino-terreux formés antérieurement sur les surfaces à nettoyer.

En conséquence ils sont utilisés pour améliorer les propriétés détergentes et ils sont susceptibles d'augmenter le pouvoir moussant.

Parmi les principaux adjuvants, on distingue :

2-1- Les Adoucisseurs de lavage .

a)- Le Tripolyphosphate de Sodium :

Le Tripolyphosphate de Sodium ( $Na_5 P_3 O_{10}$ ) est particulièrement le plus fréquemment utilisé dans les formules détergentes ( 30 % dans la formule d'ISIS) pour ses grandes et importantes propriétés mise à profit dans la détergence. Il



contribue essentiellement à la performance des lavages par les effets et les pouvoirs cités ci-dessus.

Le Tripolyphosphate est facilement hydrolysé en orthophosphate, c'est sous cette forme qu'il est responsable de l'entrophisation (BARROIN, 1990).

b)- Le N. T. A: Acide Nitrito-tri-acétique

Le N.T.A est un meilleur agent séquestrant que le Tripolyphosphate (T.P.P), son action anti-redéposition et son pouvoir sur le pH sont médiocres, et il est assez difficilement biodégradable et risque donc d'augmenter la charge polluante organique (DAUTRY,1989).

c)- L'Acide citrique :

A basse température, c'est un très bon séquestrant, à température élevée, il perd beaucoup de ses propriétés anticalcaires. Ses autres propriétés d'adjuvants sont quasi inexistantes (DAUTRY,1989).

d)- L'Alumino-Silicate de Sodium : (Zéolite)

Argile de synthèse, la Zéolite a une très forte capacité d'échange pour l'ion  $Ca^{++}$  et moindre pour l'ion  $Mg^{++}$ . Ses autres propriétés d'adjuvants étant médiocres : elle ne peut pas remplacer totalement les Tripolyphosphates de sodium (TPPNa).

La Zéolite ne porte préjudice ni au fonctionnement des machines à laver, ni aux canalisations, ni aux stations d'épuration ( DAUTRY,1989).

Inoffensive, elle finit par se déposer dans les sédiments avec les argiles naturelles.

Remarque :

Remplacer les phosphates ou diminuer leur quantité dans les lessives, revient à augmenter la proportion des tensio-actifs, qui sont eux aussi des polluants qui diminuent considérablement l'oxygène dissout dans l'eau.

2-2 Les Alcalis de lavage :

a)- Le Silicate de Sodium :

Le silicate de sodium, rehausse l'efficacité de lavage, en corrigeant le pH (alcalin), en dispersant la salissure et

en protégeant les machines de la corrosion; enfin grâce à la taille de leur molécules, ils font office d'écran et empêchent la redéposition de la salissure sur les fibres (BARROIN,1990).

b)- Le Carbonate de Sodium

Le Carbonate de sodium, n'intervient lui, que par son alcalinité.

c)- Le carboxyméthyle cellulose

Le carboxyméthyle cellulose est un agent spécifiquement "antiredéposant", il améliore ainsi les propriétés détergentes d'une lessive ( DAUTRY, 1989).

2-3- Les systèmes de blanchiment :

Certaines salissures organiques résistantes doivent être traitées par voie chimique ou biologique.

a)- Perborate de Sodium

Il réduit les souillures organiques, en molécules plus facilement détachables, c'est l'oxydation qui est responsable de ces scissions grâce à l'oxygène actif(O) libéré spontanément par le perborate de sodium à 60 °c, en deca, elle est provoqué par un activateur, le tétra-acetyl-éthylène-diamine (T.A.E.D) (DAUTRY,1989).

b)- Les Enzymes :

Les taches protéiniques, au amylacées (amidon), sont traitées par les enzymes, principalement les protéases et les amylases qui catalysent leur dégradation ( PESSON, 1980).

Cependant celles-ci ne sont pas admises dans un grand nombre de pays entre autre l'Algérie, et ce pour les risques sanitaires pouvant en résulter.

2-4 Les Azurants :

Les lavages répétés jaunissent le linge, le renforcement de l'éclat du blanc est assuré par des azurants optiques qui sont des substances organiques, dérivées de triazol ou de la coumarine, ils ont la propriété d'absorber les radiations ultraviolettes invisibles de la lumière solaire et de les



restituer sous forme de radiations bleues visibles ( DAUTRY, 1989).

2-5 Les Additifs :

Dans la composition des détergents, on trouve enfin de nombreux additifs comme : diluants, parfums, colorants... (PESSON, 1980).

3- Formule type de produits détergents

**Tableau N° 2**

( DAUTRY, 1989 )

Produits	Quantités (%)
Phosphates	10 - 40
Agent de blanchiment	15 - 35
Ballast	2 - 20
Tensioactifs: Anionique	5 - 10
Agents anticorrosion : silicates	2 - 7
Savon	1 - 5
Tensioactifs: non ionique	1 - 5
TAED (Activateur)	0 - 4
Carboxyméthylcellulose	0,5 - 2
Enzymes protéolytique	0,3 - 1
Azurant optique	0,3 - 1

#### 4-) Remarques:

Selon l'objectif que l'on veut atteindre, cette formule change d'une lessive à une autre:

-Les formules "Mains" contiennent plus de tensioactifs anioniques moussants, mais pas de perborate car il est inactif à la température de lavage à la main.

-Les formules "basse température" contiennent plus de TALS (activateur) et moins de perborate.

-Les formules "laine" ont plus de non ioniques que d'anioniques, pas d'agent de blanchissement ni d'enzymes, en revanche, elles contiennent souvent un cationique, comme adoucissant.

-Les formules "lessives liquides" eux ne contiennent ni phosphates, ni perborates. Ce dernier est remplacé par un surdosage en anionique et non ioniques (DAUTRY,1989).

#### 4-) Applications des agents de surface :

Les agents de surface sont utilisés dans de nombreuses activités industrielles et domestiques où ils jouent le rôle:

-Soit de matières premières de base pour la formulation de spécialités à usage ménager:

Détergents pour le linge, shampoings, produits de nettoyage...

-Soit de produits auxiliaires industriels facilitant certaines opérations de fabrication: textiles, agents de flottation des minerais, usinage et nettoyage des métaux ...

Les industries utilisatrices sont aussi bien l'agro-alimentaire que la métallurgie, la pharmacie ou les travaux publics.

Ces applications des agents de surface peuvent-être séparées en deux groupes. Le premier correspond aux opérations de lavage et de nettoyage dans le domaine ménager ou



établissements publics (hôpitaux, écoles,...) le second aux usages industriels (A.S.P.A, 1990).

- 50 % Domaine ménager et institutionnel
- 40 % Usage industriel
- 10 % Cosmétique

5)- Notion de biodégradabilité :

5-1 Définition :

La biodégradation est la dégradation moléculaire d'une matière organique en milieu généralement aqueux, résultant des actions complexes d'organismes vivants (PAQUOT, 1972).

La biodégradabilité est l'aptitude d'une matière organique à subir la biodégradation (PAQUOT 1972).

5-2 Biodégradabilité des agents de surface

L'expérience montre que la structure chimique des agents de surface a une très grande importance sur leur biodégradabilité.

Tout d'abord, il y a lieu de noter que le savon, sel de sodium d'acide aliphatique linéaire est facilement biodégradable, c'est la raison pour laquelle le problème de la pollution des eaux n'est apparu qu'avec l'emploi massif des détergents modernes, ces derniers sont employés en quantités de plus en plus importantes tant pour les usages industriels que domestiques; leur concentration dans les eaux de surface qui avait tendance à s'élever de façon régulière est actuellement limitée par l'utilisation de composés biodégradables.

Les micro organismes présents dans les cours d'eau et dans les stations d'épuration sont susceptibles de dégrader les agents de surface mais la biodégradabilité est très variable :

a)- Les tensioactifs anioniques :

Les alkylbézènes sulfonates à la chaîne ramifiée (produits durs) sont extrêmement résistants et ne sont pratiquement pas détruits lorsqu'ils sont dilués dans les eaux de rivière (RAMADE, 1979).

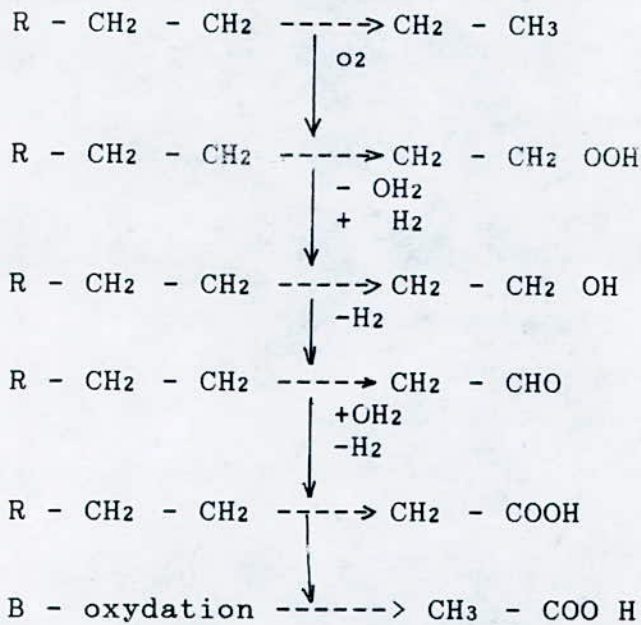
Les alkylbenzène-sulfonates à chaîne droite (produits mous) sont par contre sensibles à la dégradation biologique, ils participent donc à la diminution de la concentration



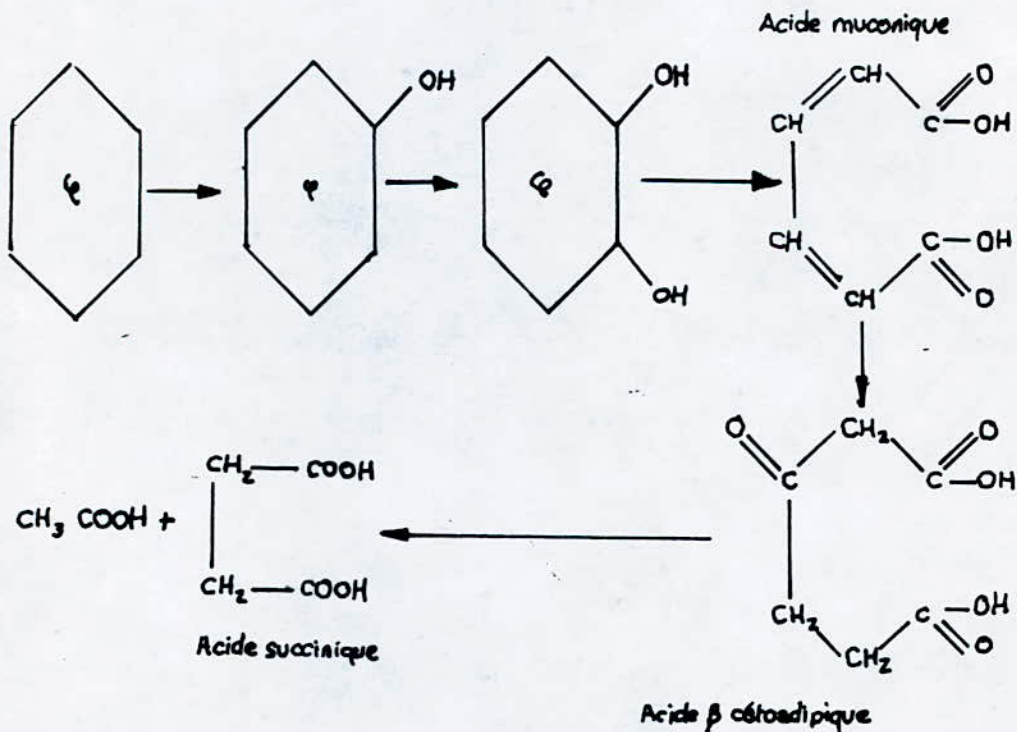


raccourcie progressivement par oxydation, le noyau est ensuite ouvert, puis dégradé ( SCHOBERL, 1989 ).

Processus de dégradation de la chaîne ( PESSON, 1980 )



Processus de dégradation du cycle benzène ( PESSON, 1980 ).



b)- Les tensio-actifs non ioniques :

Quant aux composés non ioniques, la biodégradation de la chaîne hydrophobe dépend de sa structure linéaire ou ramifiée, celle de la chaîne hydrophile (dérivée de l'oxyde d'éthylène) est satisfaisante tant que cette chaîne n'est pas trop longue ( plus de 25 molécules d'oxyde d'éthylène environ) puisque sa dégradation se fait par étape ( PAQUOT, 1972).

c)- Les tensio-actifs cationiques :

Enfin, les composés cationiques sont en général précipités dans les eaux naturelles par les composés anioniques toujours présents en fait dans celle-ci (APRIA,1975).

5-3 Principaux facteurs influençant la biodégradabilité :

Divers facteurs peuvent influencer la biodégradabilité, parmi ces principaux facteurs on peut citer :

a)- Le nombre, la nature et le degré d'adaptation des micro-organismes présents dans le milieu.

b)- La concentration du produit à dégrader, car lorsque la concentration de ce dernier est élevée, elle provoque une action inhibitrice vis à vis des micro-organismes.

c)- La durée de contact et les condition d'aération:

La biodégradation des détergents demande le contact prolongé avec les micro-organismes, et par suite une aération prolongée (PESSON,1980).

d)- Les conditions du milieu:

- La température ( qui doit être comprise entre 20 et 26° C)

- Le p<sup>H</sup> ( qui doit être compris entre 7 et 8).

Le p<sup>H</sup> des effluents industriels est généralement acide ou basique, ce qui pose de sérieux problèmes pour le développement de micro-organismes.

La présence de substances toxiques minérales ou organiques tels que les phénols, les cyanures , les chormates et les métaux lourds perturbent le développement des micro-organismes (ROQUES,1979).



Tableau N° 3

Comportement physiologique de quelques types de Détergents ( T.E.C, 1990 )

Structure Chimique	Nature physicochimique	Comportement physiologique
-Alkylsulfates	anionique	facilement biodégradable
-alkylarylsulfonates ( à chaîne linéaire)	anionique	difficilement biodégradable
-Alkylaryl sulfonates à chaîne latérale ramifiée avec atome C quaternaire	anionique	à peine biodégradable
-Sels d'ammonium tertiaires ou sels de pyridinium	cationique	toxiques, ayant une action bactéricide
-Ether polyglycolique	non ionique	difficilement biodégradable

6)- LES NUISANCES :

6-1) Origine des détergents dans les eaux:

Les détergents rejetés dans le milieu récepteur ont diverses origines ( PESSON, 1980 ).

- Une origine Urbaine, résultant de l'utilisation croissante de divers formulations destinées au nettoyage.

- Une origine Industrielle résultant de la fabrication des détergents ou de leur utilisation intensive dans certains domaines (blanchisserie, industrie, textile, industrie de cuir, etc...).

- Une origine Agricole due à l'entraînement par les eaux pluviales des détersifs entrant dans la composition de formulation à usage divers (insecticides, fongicides, etc...).

6-2) Effets des agents de surface sur les eaux de surface:

Les détergents sont rejetés dans le réseau d'égout, ils sont véhiculés par l'intermédiaire des effluents urbains ou industriels et après un passage éventuel dans les stations d'épuration ils parviennent dans les milieux récepteurs.

S'ils n'ont pu être éliminés, grâce à des processus physico-chimiques ou biologiques, les divers constituants des détergents et notamment des agents de surface anioniques vont apparaître dans les cours d'eau ( A.S.P.A,1990).



Les teneurs observées dans les rivières sont très variables selon le degré de pollution et la nature des produits déversés.

Alors qu'avant la mise sur le marché de produits biodégradables il était possible d'observer des teneurs de 2 à 3mg par litre (PESSON,1980) actuellement les concentrations observées dépassent rarement 0,5 mg par litre (A.S.P.A,1990).

- Les chiffres cités ci-dessous, donnent les teneurs en agent de surface dans les eaux de surface (A.S.P.A, 1990).

- Agent de surface anionique : Les teneurs varient entre 0,01 et 0,05 mg par litre. On peut cependant observer exceptionnellement des concentrations atteignant 1 à 2 mg/l dans les zones polluées, en l'absence de traitement.

- Agents de surface non ionique: Les teneurs sont généralement inférieurs à 0,05mg par litre; exceptionnellement, des concentrations plus élevées peuvent être observées en cas de rejets industriels.

- Agent de surface cationiques : Ce sont des teneurs très faibles

- Agents de surface amphotères : les teneurs sont très faibles et non détectables.

Du fait de leur propriétés très particulières ces substances vont abaisser la tension superficielle des milieux, les refermant et il va en résulter l'apparition de nuisances plus en moins graves.

a)- Formation de mousses :

La présence de détergents dans les milieux récepteurs a pour conséquence l'apparition de mousses en certains points des cours d'eau, notamment au niveau des récluses et des barrages. Ces mousses disséminent des bactéries ou des virus pathogènes qui auraient pu se concentrer à leur niveau et il est évident que certaines mucobactéries pathogènes peuvent être transmises par ce moyen, en cas de moussage au niveau d'une station d'épuration ou d'une rivière (MEINK, 1977).

Les mousses interdisent tout échange gazeux entre la rivière et l'atmosphère et de ce fait perturbent considérablement le processus d'auto-épuration (PESSON,1980 ).

La formation de mousse et leur stabilité de phénomènes complexes mettant en jeu de nombreux facteurs :

- Les agents de surface
- Les protéines plus ou moins dégradées
- Les particules en suspension
- Les sels minéraux
- Les ions calcium
- La température
- Le PH
- La demande biochimique en oxygène ( DBO ) et la vitesse de biodégradation des matières organiques présentes.



Dans ces conditions, les concentrations minimales en agents de surface permettant le moussage sont très variables. Ainsi les teneurs de 4 mg par litre d'alkylbenzène-sulfonate de sodium dans l'eau distillée forment peu de mousses; alors que dans certains cours d'eau des concentrations de 0,3 à 0,4 mg par litre provoquent d'importantes quantités de mousses ( PESSON, 1980 ).

b)- Ralentissement des processus biologiques :

Les agents de surface réduisent le coefficient de transfert de l'oxygène et, donc ralentissent la dissolution de gaz dans l'eau d'une part et ce grâce à la formation d'un film superficiel constitué d'une couche monomoléculaire d'agent tensio-actif (COLSON, 19766).

D'autre part, les agents de surface inhibent les processus d'oxydoréduction intervenant dans la métabolisation des matières organiques au niveau des milieux naturels (PESSON, 1980).

c)- Nuisances au niveau des stations d'épuration :

Les agents de surface peuvent perturber les processus de décantation primaire, en maintenant les matières organiques en suspension, ils nuisent également à la floculation à partir de concentration de l'ordre de 4 à 5mg par litre (MEINK, 1977 ).

L'action sur les traitements biologiques a été particulièrement étudiée. Dans le cas des lits bactériens, on admet généralement que les nuisances sont de faible importance et qu'elles n'apparaissent que pour des concentrations de 30 mg par litre. Les stations de type "boues activées" sont plus sérieusement affectées du fait des difficultés de transfert d'oxygène et de l'apparition des phénomènes de moussage importants pour des concentrations de 0,3 à 1 mg/l d'alkylbenzène sulfonate de Na ( PESSON, 1980 ).

Les phénomènes anaérobiques intervenant dans les digesteurs et les fosses septiques sont inhibés par la présence d'agents tensio-actifs. Ainsi leur dégradation est nulle en anaérobiose (PAQUOT, 1972).

- Pour les concentrations comprises entre 6 et 12 mg/l on observe un phénomène d'inhibition des bactéries nitrifiantes et qui disparaissent complètement à des concentration de 50 à 60 mg par litre (PESSON, 1980).

d)-Participation à l'eutrophisation des milieux naturels :

Les phosphates font parti des anions facilement fixés par le sol, leur présence dans les eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés, à la décomposition de la matière organique et une grande partie provient des produits détergents, ces derniers se traduisent par un aspect différent de la nuisance qui est "l'eutrophisation" (APRIA, 1975).

### Equilibre oligotrophe (BARROIN, 1990)

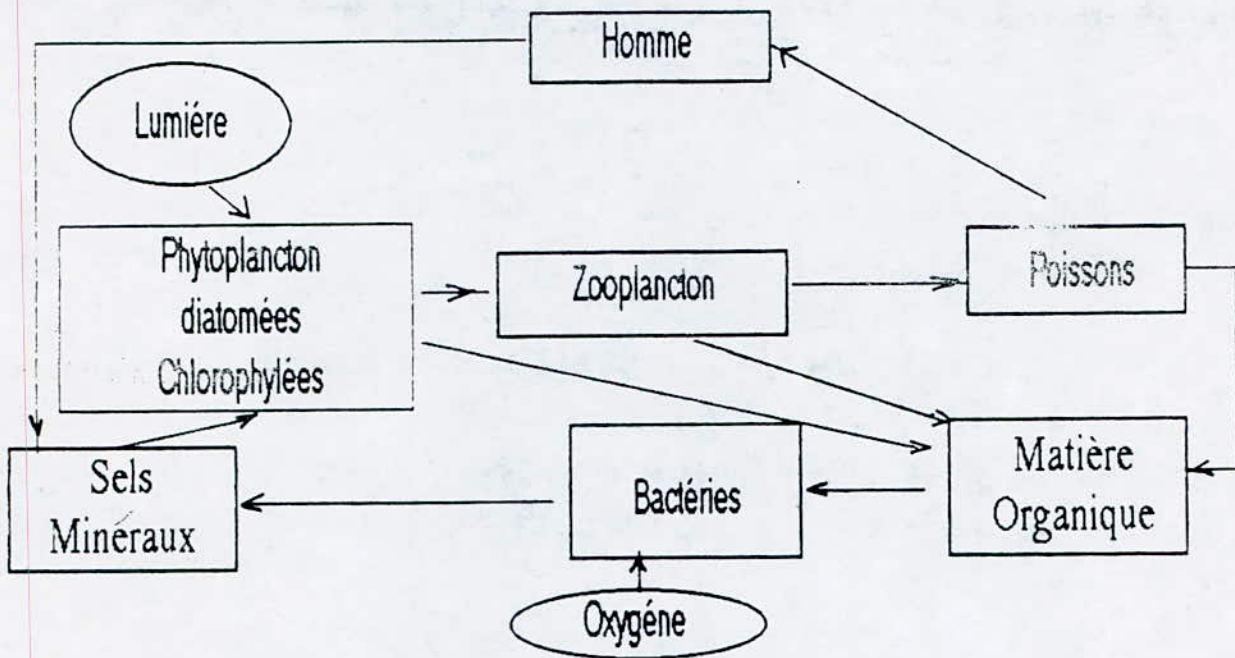


Fig 5

### Equilibre hypereutrophe (BARROIN 1990)

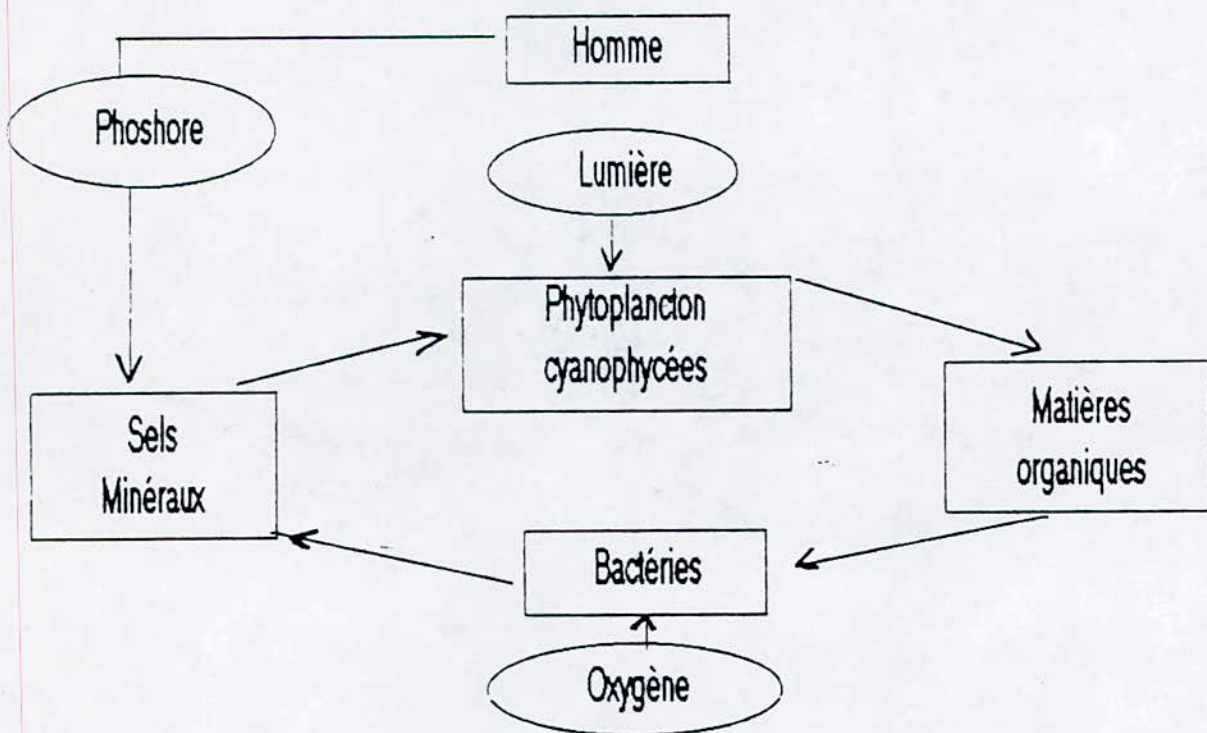


Fig 6



Dans un plan d'eau ( lac ), en équilibre oligotrophe, ( Fig 5 ), les producteurs, consommateurs et décomposeurs assurent l'assimilation, la transformation et le recyclage permanent des matières organiques, soit par consommation directe, soit après minéralisation. Chaque population joue un rôle régulateur vis à vis des autres.

Lorsque l'apport extérieur en phosphore devient trop important, un nouvel équilibre apparaît, Hypereutrophe (Fig 6).

L'azote nécessaire à la croissance du phytoplancton devient insuffisant par rapport au phosphore. Les cyanobactéries qui sont des algues capables de fixer l'azote se développent en grand nombre et finissent par constituer l'essentiel du phytoplancton (BARROIN, 1990); (DAUTRY,1989).

Remarque :

Le phosphore peut se trouver sous différentes formes oxydées; sous forme acide, on trouve les acides méta ( $\text{HPO}_3$ ), pyro ( $\text{H}_4 \text{P}_2 \text{O}_7$ ) et ortho ( $\text{H}_3 \text{PO}_4$ ).

En milieu aqueux, les acides méta et pyro tendent vers une forme plus stable: L'Ortho phosphate (RODIER, 1984).

7- TOXICITE DES DETERGENTS :

Rejetés dans le milieu récepteur, les détergents peuvent modifier des échanges interfaciaux et perturber le développement de la faune et de la flore aquatique entraînant parfois leur disparition ( AUBERT, 1987 ).

\* Notion de toxique :

Selon ( RAMADE, 1979 ), dans le domaine de l'écotoxicologie, un toxique est : " tout facteur physique (chaleur, vibration), chimique ou biologique créant une source de pollution".

\*Voies de pénétration des composés toxiques dans l'organisme :

On distingue trois voies d'absorption de composés nocifs : (RAMADE,1979).

a)- la voie respiratoire, essentiellement dans le cas des polluants atmosphériques (animaux, végétaux).

b)- La voie transtégomentaire :(animaux, végétaux, organismes aquatiques).

c)- La voie tropique : (absorption radicalaire chez les plantes ou digestive chez les animaux et les organismes aquatiques).

7-1) Toxicité vis à vis des organismes inférieurs :

Outre les nuisances et la toxicité vis à vis des bactéries cités ci-dessus, et d'après certains auteurs, les concentrations de 50 mg/l en agent de surface seraient nécessaires pour inhiber le développement des espèces intervenant dans l'oxydation des cours d'eau.

Il a été mis en évidence une relation entre le taux de détergents et la disparition du peuplement algal. A partir de 20 µg par litre, le peuplement de *CYTOSEIRA STRICTA* est atteint (dans la zone du débouché en mer des eaux d'égout de Marseille), à plus de 100 µg par litre, cette algue disparaît totalement (PERSE, 1976), (PESSON, 1980).

7-2) Toxicité vis à vis des végétaux :

Dans une zone de concentration de quelques mg par litre, douze (12) tensio-actifs étudiés ont produit un effet de stimulation sur le développement de germe d'orge et d'avoine. Toutefois, pour les concentrations croissantes, l'effet toxique apparaît très vite pour les alkylbenzène sulfonates à 12 atomes de carbone (PESSON, 1980).

7-3) Toxicité vis à vis des poissons :

En présence des détergents, les poissons présentent les symptômes de l'asphyxie, même si l'oxygène dissout dans l'eau est suffisant pour la respiration (AUBERT, 1987).

Les tensio-actifs agiraient par leur action physique, laquelle se traduit par un abaissement de la tensio-superficielle.



**Tableau 4:**  
Résultat de toxicité directe sur certains  
organismes marins des produits A et B  
( AUBERT, 1987 )

ORGANISMES	A	B
Phytoplancton	3 mg/l	30 µg/l
Zooplancton (ARTEMIA)	1 mg/l	0,05 mg/l
Annélides (Nereis)	4 - 5 mg/l	5 - 10 mg/l
Mollusques (Moules)	2 - 5 mg/l	2 - 5 mg/l
Crustacés (Crabes)	> 20 g/l	> 20 g/l
Poissons benthiques	4 - 5 mg/l	1,5 mg/l
Poissons planctonophage- (Carassius)	0,5 mg/l	50 µg/l

A : Alkyl-Benzéne-Sulfonate de Sodium sous forme ramifiée contenant 90,7 % de matière active anionique

B : Alkyl-Benzéne-Sulfonate de Sodium sous forme Linéaire contenant 90,7 % de matière active anionique.

Ce tableau représente les seuil toxiques pour certains organismes de deux (2) tensio-actifs différents "A" et "B".

Seuil Toxique : correspond à la concentration de produit pour laquelle les cultures ou les élevages de l'organisme test restent à l'état stationnaire, c'est à dire dont le développement est arrêté sans pour autant qu'apparaisse la destruction complète de la culture ou de l'élevage (AUBERT, 1987)

D'après le tableau on constate :

- La toxicité est très faible sur les crustacés (seuil supérieur à 20 g/l) pour les deux produits.

- Pour le phytoplancton, le zooplancton et les poissons, le produit B est plus toxique : Les seuils sont alors 2 à 100 fois inférieurs à ceux du produit A.

- Pour les mollusques : le seuil semble sensiblement le même pour les deux produits.

- Pour les annélides, le produit A semble plus toxique.

Conclusion :

Les deux produits A et B utilisés en détergence sont assez toxiques vis à vis de la biomasse marine. En effet, ils sont plus toxiques que certains métaux lourds et ceci en toxicité directe.

7-4 Toxicité vis à vis de l'homme et des animaux supérieurs :

Les agents de surface anioniques étant susceptibles d'être présents dans les eaux de boisson ou de déposer sur la vaisselle mal rincée, il est nécessaire de tenir compte de leur toxicité à long terme vis à vis de l'homme et des animaux (PESSON, 1980 ).

De nombreuses expériences ont permis de montrer que les concentrations très supérieures à celles rencontrées dans les eaux de consommation, (les normes internationales de l'O.M.S tolèrent 0,5 mg/l) ne sont responsable d'aucun trouble, cependant, selon certains auteurs, les agents de surface favoriseraient l'absorption intestinale de substances étrangères susceptibles de présenter une toxicité ou une potentialité cancérigènes (hydrocarbure) (APRIA, 1975).

Il paraît donc souhaitable d'éviter dans la mesure du possible leur présence dans les eaux destinées à l'alimentation et, dans ce but, on réalise des traitements d'affinage poussés permettant d'envisager l'élimination quasi totale des micropolluants (MEINK, 1977).



III- Présentation de l'entreprise nationale des détergents  
" E.N.A.D" de SOUR EL GHOZLANE:

En étroite collaboration avec l'entreprise nationale de détergent "ENAD" de SOUR EL GHOZLANE, notre travail consiste à l'étude de la pollution engendrée par celle-ci et celle des cours d'eau environnant. Toutefois, nous tenons à faire une présentation des lieux de travail.

L'Entreprise est située à l'Est de la ville d'EL HACHIMIA, c'est à dire à onze kilomètres de SOUR EL GHOZLANE (wilaya de Bouira).

Elle s'étend sur un terrain à vocation agricole, ayant une superficie de 20 ha, avec un affectif de 1000 ouvriers. Celle-ci est construite par des sociétés Italiennes et inaugurée en Décembre 1986. Elle a pour production 90.000 tonnes de détergents par an, production répondant aux normes de consommation de pays.

III-1) Unités composantes l'entreprise

Tableau n°5

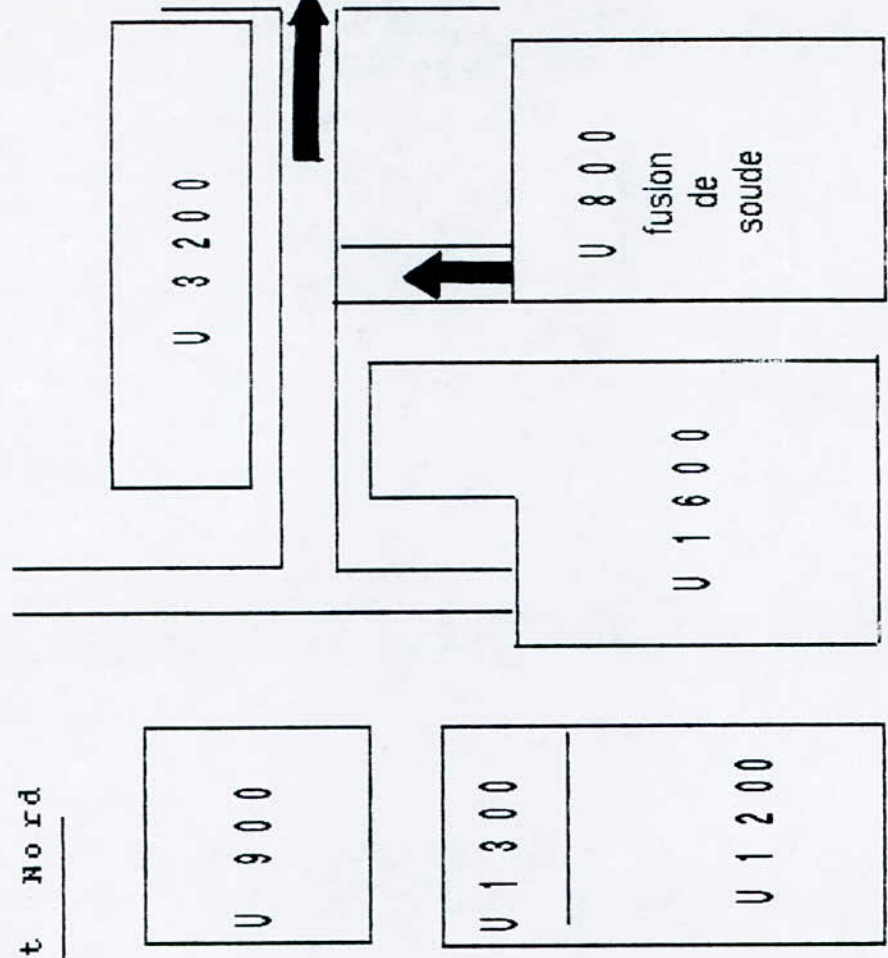
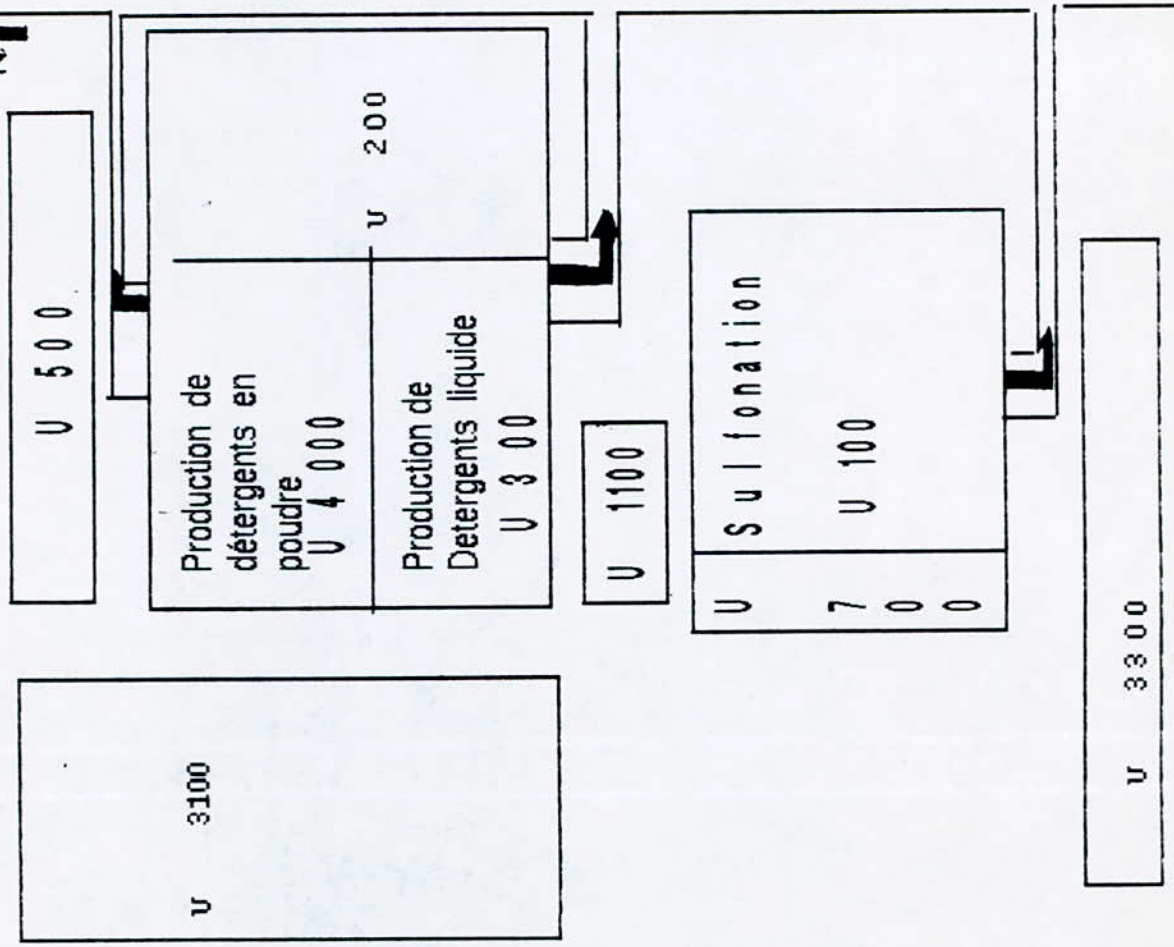
UNITES	FONCTIONS
U 100	Fabrication de la matière active (sulfonation)
U 200	Séchage
U 300	Production et conditionnement du détergent liquide
U 400	Production et conditionnement du détergent poudre
U 500	Production et conditionnement des récurants
U 600	Fabrication, emballage en carton
U 700	Stockage et fusion du soufre
U 800	Stockage de solution de silicate et fusion de soude
U 900	Transport pneumatique des matières premières solides
U 1100	Stockage des matières premières liquides
U 1200	Centrale thermique chaudière
U 1300	Centrale électrique
U 2700	Pompiers
U 3200	Magasin, matières premières solides
U 3100	Magasin de produits finis
U 3300	Stockage de fûts

P l a n d e m a s s e d e I ' E N A D

R e j e t N o r d



R E J E T E S T

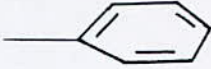


U 3300



III-2) Produits chimiques utilisés dans l'entreprise :

**Tableau N°6**

APPELLATION	FORMULE CHIMIQUE
Soufre	S
Dodécylbenzène sulfonate	C <sub>12</sub> H <sub>25</sub> 
Silicate de Na	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>
Alcool ethoxylé	C <sub>12</sub> - C <sub>14</sub> + 2 molécules d'oxyde d'éthylène
Non ionique "DOBANOL"	C <sub>16</sub> - C <sub>18</sub> + 7 à 11 Molécules d'oxyde d'ethylène
Acides gras	R - CoOH ( R=C <sub>16</sub> )
Urée	( NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> _ CO
Sodium tripolyphosphates	Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>
Sulfate de Na	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Carboxyméthyl cellulose	Rcell - O CH <sub>2</sub> - COOH
Azurant optique	Dérivé du Triazol
Perborate de sodium	Na BO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , 3H <sub>2</sub> O
Calcite	Ca Co <sub>3</sub>
Parfum	Citron, LILA, BOUQUET
Phosphate trisodique	Na <sub>3</sub> Po <sub>4</sub> , 12 H <sub>2</sub> O
Eau de javel	Na CLO
Formaline ( Formaldéhyde)	CH <sub>2</sub> = O

III- 3) Description du procédé de fabrication:

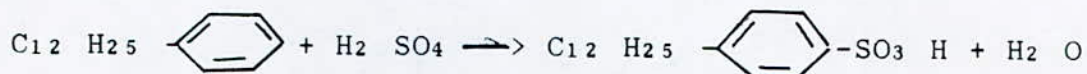
3-1- La sulfonation ( Unité 100 )

Les matériaux minéraux que l'on utilise pour la sulfonation sont :

- Acide sulfurique (  $H_2 SO_4$  )
- L'oléum (  $SO_3 + H_2 SO_4$  )
- L'Anhydride sulfurique libre (  $SO_3$  )

a)- La sulfonation avec l'acide sulfurique ou l'oléum :

La sulfonation du dodécylbénzène (matière première) avec l'acide sulfurique ou avec l'oléum se fait selon la réaction suivante :



La formation d' $H_2O$  retarde la réaction, c'est ce qui influence sur la qualité du produit (on obtient beaucoup d'insulfoné).

La qualité du produit dépend :

- de la force de l'acide (pureté, couleur,...)
- du rapport alkylate/acide
- de la température et du temps de réaction.

b)- La sulfonation avec le  $SO_3$

Depuis que l'on a réussi à stabiliser l'anhydride sulfurique au point de pouvoir l'utiliser sans difficulté, il s'est introduit dans les pratiques industrielles comme moyen de sulfonation extrêmement efficace. Cette méthode présente l'avantage de ne pas produire d'eau et de ne pas utiliser un excès de réactif.

La sulfonation se divise en trois (3) phases :

1ère phase : phase de purification de l'air.

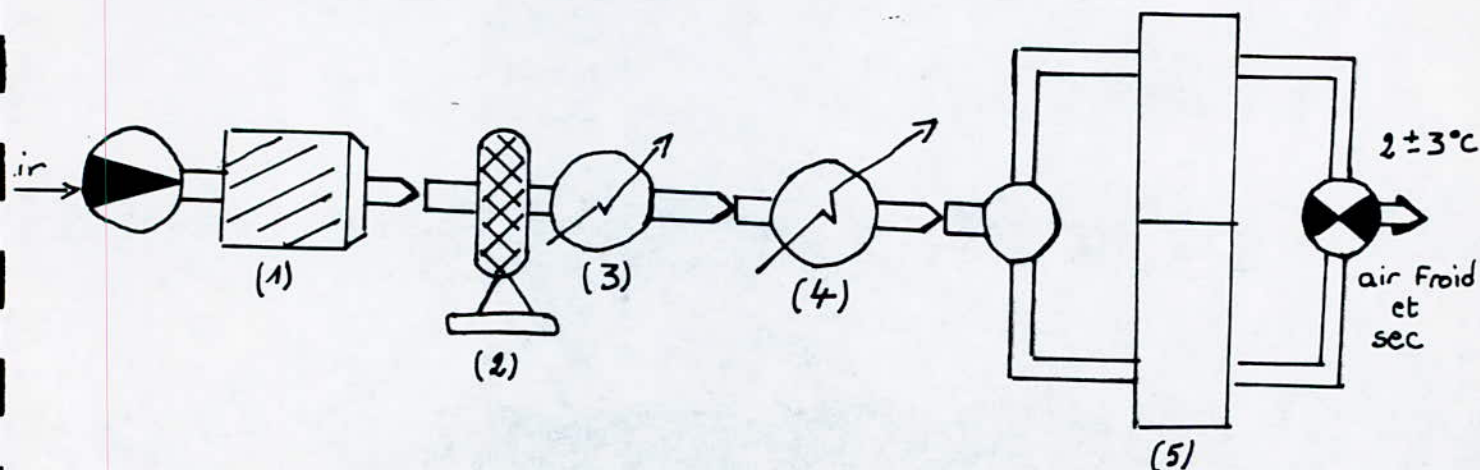


Figure 8



L'Air arrive au filtre (1) pour se débarrasser des poussières, passe à travers le compresseur (2) qui l'achemine aux unités de prérefroidissement (3) et de refroidissement (0°C). Le refroidissement se fait avec le glycoléthylique.

L'Air en sortant de (4) atteint l'appareil de déshumidification silicagel (5) qui est composé d'une unité d'absorption et d'une unité de régénération.

2ème phase :

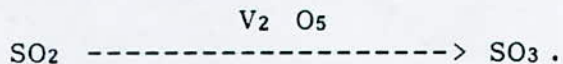
Elle concerne la production de SO<sub>2</sub> et de SO<sub>3</sub> (fig 9).

L'air, une fois desséché et refroidi, est envoyé au four de combustion (8), où il rencontre en contre courant le soufre liquide en (6). Il est ensuite poussé par une pompe à volume contrôlé (7) et le transforme en SO<sub>2</sub> .



Le SO<sub>2</sub> après avoir quitté le four (8), passe à l'unité de refroidissement (9) qui fonctionne aussi en tant que préchauffeur dans la phase de démarrage.

Le SO<sub>2</sub> passe ensuite dans la tour de catalyse où il est transformé en SO<sub>3</sub> (97%). Le catalyseur utilisé est le V<sub>2</sub> O<sub>5</sub>:



La chaleur de réaction est dispersée par les unités de refroidissement (11).

Le SO<sub>3</sub> sort de la tour de catalyse à une température de 440°C et il est ensuite refroidi jusqu'à 50°C par les unités de refroidissement (12). Il passe ensuite à travers le filtre (13) et il est envoyé aux réacteurs de sulfonation.

3ème phase :

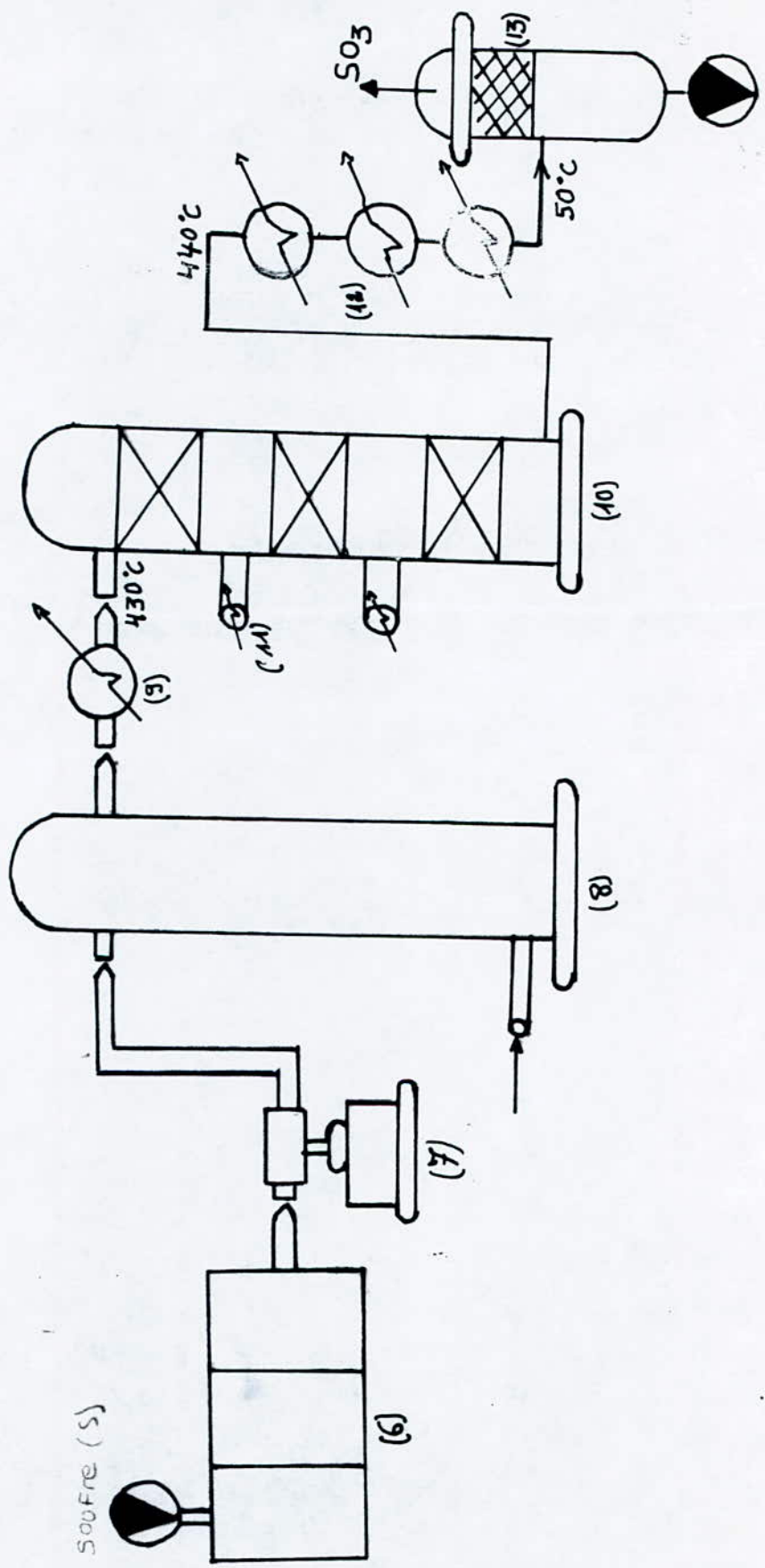
Elle consiste à la sulfonation du dodécylbénzène (matière première).

Le SO<sub>3</sub> entre dans les appareils de sulfonation qui sont des réacteurs en parallèles et y rencontre la matière première qui passe en cascades à travers ces réacteurs.

Des turbines spéciales, à haute vitesse dispersent les gaz de SO<sub>3</sub> et la matière première afin de prévenir toute surchauffe des réactifs



OU







On obtient un produit de :

96 % de matière sulfonée  
2 % d'insulfoné  
2 % d'acide sulfurique

La matière première sulfonée est amenée vers l'unité de neutralisation par les pompes.

Les réactions qui ont eu lieu dans le réacteur sont les suivantes :



Le produit ainsi obtenu (LAB SO<sub>3</sub> Na + H<sub>2</sub>O ) est homogénéisé et déplacé vers le stockage.

### 3-2 Fabrication de poudre de détergent (unité 400)

La production de ce genre de détergent peut être partagée en deux phases :

La première phase : elle concerne la préparation de la pâte "SLURRY" qui est un mélange à 35 % liquide et 65 % solide.

SLURRY = mélange de pâte neutralisée (LAB SO<sub>3</sub> Na) + Sels inorganiques .

Parmi les sels inorganiques, on trouve :

- Sulfate de Na (charge)
- Tripolyphosphate de Na
- Carboxymethyl-cellulose (CMC)
- Silicate
- Carbonate

### 2<sup>ème</sup> phase : Séchage par atomisation

Le "SLURRY" est déplacé vers les installations de séchage par atomisation. A l'intérieur de celle-ci, il bénéficie d'un air chaud (350°C) à contre courant, cette pâte est finement pulvérisée par des gicleurs. La poudre ainsi obtenue est transportée pneumatiquement vers un site de fluidisation et de dépoussiérage où elle perd ses fines particules, ces dernières sont récupérées par l'intermédiaire de cyclones et réintroduites dans la tour d'atomisation.

L'étape de conditionnement consiste à un tamisage de la poudre et de sa mise dans les paquets à l'aide des machines empaqueteuses.

3-3 REMARQUES :

1°) Selon la formule en cours de production, les constituants qui composent le "SLURRY" changent, on ajoute aussi d'autres matières actives comme le savon et les tensio-actifs non-ioniques (alcools gras ethoxylés), ces derniers sont ajoutés en très faibles quantités.

2°) Si le "SLURRY" présente une couleur sombre qui peut être due aux substances inorganiques, il y a possibilité d'y remédier et ce en le décolorant par l'hypochlorite de sodium (Naocl) ou par de l'eau oxygénée ( H<sub>2</sub> O<sub>2</sub> ).

3°) Le perborate de sodium, plus lourd que le "SLURRY" est ajouté pendant la phase finale du procédé de séchage au moment où la poudre est souple.

4°) Les parfums sont ajoutés en dernier, sous forme de poudre ou par une technologie similaire à celle adoptée pour le perborate, ou bien à travers la dilution dans un solvant volatil.

4- Production du complexe :

Le complexe est conçu pour produire 90 000 tonnes de détergent par an dont :

75 à 80 % de détergent poudre  
15 à 20 % de détergent liquide  
5 à 10 % de récurrent



4-1 Composition des différents produits:

a) Formule de détergent en poudre " NOOR "

**Tableau N° 7**

Produits chimiques	%	Fonction
LABSO <sub>3</sub> Na (anionique)	20 - 30	Tensio-actif anionique
Tripolyphosphate de Sodium	20 - 30	Améliore le pouvoir moussant et séquestrant
Sulfate de sodium	30 - 40	Charge
Carboxyméthyle-cellulose	0,6 - 1	dispersant antiredéposant
Silicate	3 - 5	Anticorrosif
Azurant optique	- 0,3	Agent fluorescent
Parfum	- 0,2	Odeur

b)- Formule de détergent pour machine à laver le linge :

" TELJ " ( non moussant )

**Tableau N° 8 :**

PRODUITS CHIMIQUES	%	FONCTION
LAB SO <sub>3</sub> Na	7	Tensio-actif anionique
Savon	4	Tensio-actif anionique
Non ionique	3	Tensio-actif non ionique
Tripolyphosphates de Sodium	30	Améliore le pouvoir moussant et séquestrant
Sulfate de sodium	30	Charge
Carboxyméthyle-Cellulose	0,6 - 1	Dispersant, antiredéposant
Silicate	3 - 5	Anticorrosif
Azurant optique	0,2	Agent fluorescent
Parfum	0,2	Odeur
Perborate Na	20	Agent de blanchiment



c)- Formule de détergent liquide pour vaisselles "ISIS" :

**Tableau N° 9 :**

PRODUITS CHIMIQUES	%	FONCTION
LAB SO <sub>3</sub> Na	20 - 30	Anionique (tensio-actif)
Non ionique	2 - 5	Tensio-actif
Urée	5	Stabilise la mousse
Parfum	0,2	Odeur : ( LILA, BOUQUET )
Eau	Q.S.P	Charge
Formaline (Formaldéhyde)	0,1	Conservateur

d)- Formule de la poudre récurante " NADA " :

**Tableau N° 10:**

PRODUITS CHIMIQUES	%	FONCTION
LAB SO <sub>3</sub> Na	5	Tensio-actif anionique
Ca Co <sub>3</sub> (calcite)	95	Charge

#### 5- Alimentation en eau :

L'Entreprise Nationale de Détergent "ENAD" de SOUR EL GHOZLANE est alimentée en eau brute à partir de la station de traitement située en aval du barrage LAKHAL. Afin d'éviter les coupures d'eau, l'Entreprise possède un branchement séparé du réseau d'adduction de la ville de SOUR EL GHOZLANE et est équipée d'un réservoir d'eau de capacité 4300 m<sup>3</sup>. Au niveau de l'Entreprise, l'eau brute servira aux utilisations générales (lavage des locaux, restaurants,...) et à l'obtention de l'eau déminéralisée ( eau douce) par l'élimination des ions Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup> sur échangeur d'ions. Cette dernière est réservée pour la production de détergent liquide "ISIS" et à l'alimentation de la chaudière.

#### 6- Les eaux résiduaires

Les eaux résiduaires de l'Entreprise Nationale de Détergent de SOUR EL GHOZLANE sont évacuées selon deux (2) directions dites "REJET NORD" et "REJET EST".

##### " REJET NORD "

Le "REJET NORD" est caractérisé par une eau fortement polluée ayant pour origine les eaux pluviales et les eaux venant des unités suivantes :

- Unité de production de poudre détergent U400 (très polluante)
- Unité de sulfonation U 100 ( très polluante )
- Unité de production de détergent liquide U 300 ( moins polluante)

Au niveau de ces unités, l'eau est utilisée pour le rinçage des malaxeurs ( réacteurs) et le lavage des aires de travail (Fig N°7).

##### " REJET EST " :

Le rejet Est est caractérisé par une eau faiblement polluée; il évacue les eaux venant de l'unité de dissolution de soude et de stockage de solution de silice U 800 ainsi que les eaux sanitaires et pluviales. (Fig 7).

Le débit moyen de ces deux rejets est estimé à 600 m<sup>3</sup> /j soit 25 m<sup>3</sup> /h.

Depuis sa création en Décembre 1986, l'entreprise rejette ces eaux résiduaires à travers des terres agricoles environnantes. Le "REJET NORD" représente la charge polluante la plus importante de cette entreprise; il s'étend sur une distance de 10 km pour aboutir enfin dans le barrage LAKHAL ainsi des mousses très spectaculaires sont observées constamment en amont de ce dernier.

En Février 1991, le " REJET NORD" est complètement dévié à 1 km de sa source sur un autre cours d'eau qui joint l'Oued D'houc après une distance près de 50 km.



En ce qui concerne le " REJET EST ", il est évacué directement dans la retenue colinéaire à vocation agricole (Fig 10).

#### IV - Mesure de la pollution:

Le but de notre travail consiste en une étude qualitative et quantitative de la pollution physico-chimique engendrée par l'Entreprise Nationale des Détergents de SOUR EL GHOZLANE et aussi d'apprécier le degré de pollution des cours d'eau environnants.

#### 1)- Prélèvements et échantillonnages

##### 1-1) Choix des points de prélèvements :

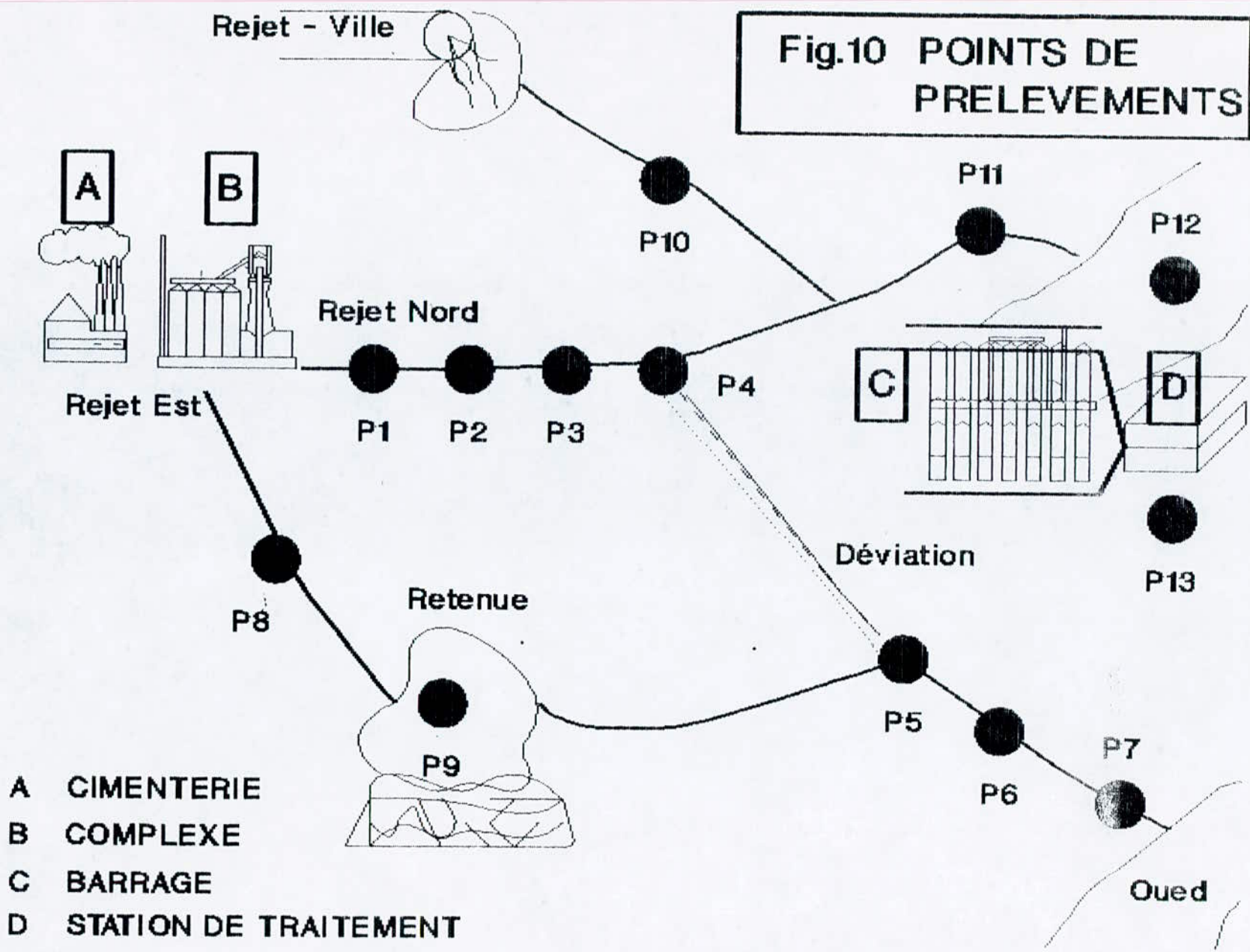
La connaissance des lieux de travail et d'après les orientations que nous ont indiqués les responsables de l'Entreprise, nous avons opté pour les points de prélèvement suivants :

- P1 - Sortie du REJET-NORD
- P2 - A deux cents (200) m du point P1
- P3 - A cinq cents (500) m du point P1
- P4 - A un (1) km du point P1
- P5 - A six (6) km du point P1
- P6 - A sept (7) km du point P1
- P7 - A sept et demi (7,5) km du point P1
- P8 - Sortie du REJET-EST
- P9 - Retenue colinéaire
- P10- Oued LAKHAL, " rejet-ville de SOUR EL GHOZLANE"
- P11- Entrée du barrage
- P12- Dans le barrage
- P13- Dans la station de traitement ( eau traitée)
- P14- Dans le complexe (eau brute)

Ces prélèvements sont indiqués par une croix sur la (Fig 10).

Tout au début de notre travail, nous avons programmé cinq (5) campagnes de prélèvements, ceci n'a pas été possible vu les problèmes que nous avons rencontré, ainsi nous n'avons pu

**Fig.10 POINTS DE PRELEVEMENTS**



- A CIMENTERIE
- B COMPLEXE
- C BARRAGE
- D STATION DE TRAITEMENT



effectuer que deux (2) campagnes que nous présentons ci-dessous.

1<sup>ère</sup> Campagne :

Date : 16/03/1991 ; temps pluvieux

Les prélèvements sont effectués au niveau des points suivants: **P1,P8,P10,P11,P12 et P13.**

2<sup>ème</sup> Campagne :

Date : 29/04/1991 ; temps clair

Vu que le "REJET NORD" est complètement dévié sur un autre cours d'eau et afin de suivre le profil de la pollution le long de ce cours d'eau, nous avons effectué des prélèvements également au niveau des points : **P2,P3,P4,P5,P6,P7 et P9.**

1-2) Mode de prélèvement des échantillons :

On a procédé à des prélèvements manuels, les échantillons ont été transportés dans des flacons en verre et durant le transport, ils furent conservés dans une glacière à 4°C. Pour chaque point, nous avons prélevé un volume de deux (2) litres.

Les mesures de la température de l'oxygène dissout et de PH ont été effectués sur les lieux à l'aide d'un oxythermomètre préalablement étalonné et un PH mètre portatif.

Pour le reste des paramètres analytiques, l'eau fût conservée au réfrigérateur à moins de 4°C.

2- Paramètres analytiques :

La connaissance de la nature des matières premières, ainsi que le procédé de fabrication nous ont permis de sélectionner les différents paramètres physico-chimiques à

analyser pour les rejets de l'entreprise (E.N.A.D) qui sont les suivants :

2-1)- Paramètres physiques :

- La température ( °C )
- Le potentiel d'hydrogène (pH)
- La conductivité ( ms/cm )
- La turbidité ( N.T.V )
- Matières en suspension ( M.E.S )
- Oxygène dissout

2-2)- Paramètres de pollution :

- Demande biochimique en oxygène D.B.O
- Demande chimique en oxygène D.C.O
- L'azote ammoniacal (  $\text{NH}_4^+$  )

2-3)- Paramètres chimiques :

- Le tensio-actif anionique (linéaire alkybénzène sulfonate )
- Le tensio-actif non ionique
- Les polyphosphates
- Les orthophosphates
- Les silicates
- Les sulfates
- Les nitrates
- Les nitrites
- Les chlorures

Les différentes méthodes utilisées pour le dosage de ces paramètres sont décrites en ANNEXE.

De plus nous tenons à signaler que les analyses ont été faites au niveau du laboratoire de toxicologie de la faculté d'Alger et au laboratoire du département de Génie de l'Environnement de l'Ecole Nationale Polytechnique (ENPA ).

Le choix des méthodes d'analyses a été fait selon la disponibilité du matériel et des produits chimiques.

3)- Significations et importances des paramètres :

a)- La température :

La température des eaux usées et des eaux réceptrices est importante à cause de son effet sur la solubilité de l'oxygène (si la température augmente, l'oxygène dissout diminue) et de son effet sur les vitesses du métabolisme des réactions chimiques et biochimiques. L'utilisation de l'eau comme fluide



de refroidissement "circuit ouvert" et l'élévation de l'eau réceptrice constituent " la pollution thermique ".

La température de l'eau de surface doit être inférieure à 25 °C. ( BORMANS, 1974 ), ( RODIER, 1984 ).

b)- Le potentiel d'hydrogène : pH

Le pH est la mesure de l'activité des ions H<sup>+</sup> contenus dans une eau  $pH = - \log [H^+]$

Le pH nous renseigne sur l'alcalinité ou l'acidité d'un effluent, il définit le caractère agressif ou incrustant d'une eau et peut influencer plusieurs phénomènes chimiques comme la précipitation, la dureté, l'anhydride carbonique, l'alcalinité et la température.

les eaux potables ont un PH compris entre 7,2 et 7,6.

Les limites acceptables pour le PH dépendent de l'eau réceptrice et doivent être telles qu'elles permettent la vie biologique normale, c'est-à-dire entre 6,5 et 8 (BORMANS, 1974), ( RODIER, 1984 ).

c)- La conductivité :

La conductivité est la conductance de l'eau, c'est-à-dire l'aptitude des ions de sels, qui sont dissous dans l'eau, de transporter le courant électrique, il existe donc une relation entre la teneur en sels dissous dans l'eau et sa conductivité.

La mesure de la conductivité nous permet d'estimer globalement la minéralisation d'une eau; en effet la valeur de la conductivité est influencée par la force de l'électrolyte, la nature des ions libérés et leur concentration dans la solution.

Le niveau guide pour les eaux naturelles est de 0,4 ms/cm ( RODIER, 1984 ).

La mesure de la conductivité est effectuée à l'aide d'un conductimètre.

d)- La turbidité :

La turbidité empêche la propagation de la lumière dont la diminution de l'intensité a pour conséquence de limiter et même d'éliminer la végétation.

Les normes indiquent que la turbidité ne doit pas dépasser 5 NTU (Nephelometric Turbidity Unit ) dans les eaux de surface (RODIER, 1984 ).

e)- L'oxygène dissout :

L'oxygène, toujours présent dans l'eau, n'est pas un élément constitutif, sa solubilité est fonction de la

température de la pression partielle dans l'atmosphère et de la salinité.

A 20 °C et sous la pression normale, l'eau saturée d'air contient 9,1 mg d'O<sub>2</sub>/l.

L'O.M.S recommande que le niveau de l'oxygène dissout soit maintenu aussi près que possible de la saturation ( environ 70 %). ( RODIER, 1984 ).

f)- Les matières en suspension :

Il s'agit de matières qui ne sont ni solubilisées, ni colloïdables, elles comportent des matières organiques et des matières minérales.

Des valeurs élevées en matières en suspension peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissout et limiter ainsi le développement de la vie aquatique, et peuvent aussi favoriser la toxicité des poissons (DEGREMENT 1978).

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

La D.C.O correspond à la quantité d'oxygène cédée par voie chimique, par un oxydant puissant pour oxyder les matières réductrices contenues dans l'effluent. L'oxydant que nous avons utilisé est le bichromate de potassium (TARDATE, 1984 ).

La D.C.O est exprimée en mg d'oxygène par litre.

La D.C.O constitue un paramètre important, c'est un test rapide très utile pour la surveillance des eaux usées et des rejets industriels (surtout ceux à caractères toxiques qui se prêtent mal aux mesures de la D.B.O ) ( RODIER, 1984 ).

La D.C.O diffère de la D.B.O, elle est généralement supérieure mais pour les eaux contenant que des composés biodégradables, la D.C.O peut être assimilée à la D.B.O<sub>5</sub> (MEINK 1977).

h)- Demande biochimique en oxygène ( D.B.O<sub>5</sub> )

La D.B.O<sub>5</sub> représente la quantité d'oxygène utilisée par les micro-organismes présents dans l'échantillon pour oxyder



les matières organiques (biodégradables) et ceci par une incubation pendant cinq (5) jours.

L'appareil utilisé est décrit en ANNEXE.

La D.B.O<sub>5</sub> est exprimée en mg d'O<sub>2</sub> par litre.

La mesure de la D.B.O<sub>5</sub> nous renseigne dans une certaine mesure de la qualité de l'eau ou de son degré de pollution.

Le rapport D.C.O / D.B.O<sub>5</sub> nous informe sur la nature de l'effluent et le type de traitement à lui appliquer (MARTIN, 1980 ).

- \* D.C.O / D.B.O<sub>5</sub> < 1,6 : l'effluent est traitable biologiquement
- \* 1,6 < D.C.O / D.B.O<sub>5</sub> < 5 : le mélange est bioépurable à condition d'utiliser des souches sélectionnées
- \* D.C.O / D.B.O<sub>5</sub> > 5 : l'effluent est non traitable biologiquement;

i)- L'azote ammoniacal :

La putréfaction des végétaux et des animaux morts ainsi que de leur vivants, l'élimination d'urine et d'excréments, apportent de grande quantités d'azote organique. Cet azote est dégradé par les micro organismes et transformé en ammoniac (NH<sub>3</sub> ) ou en sel d'ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)



La forme NH<sub>3</sub> est particulièrement toxique pour les poissons et les micro-organismes. Les proportions relatives à ces deux espèces NH<sub>3</sub> et NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dépendent du PH (RODIER, 1984 ).

La teneur en azote ammoniacal dans les eaux naturelles devrait être relativement faible puisque l'ammoniac est oxydé graduellement en nitrites et en nitrates. Pour cela on associe une concentration élevée en azote ammoniacal à une pollution récente ( TERDATE, 1984 ).

j)- Les tensio-actifs anioniques : voir chap II

k)- Les tensio-actifs non ioniques : voir chap II

l)- Les polyphosphates : voit chap II

m)- Les sulfates :

La concentration en ions sulfates des eaux naturelles est très variable, dans les terrains ne contenant pas de proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/l, mais ce chiffre peut être très



largement dépassé allant jusqu'à 300 mg/l dans les zones contenant du GYPSE.

Des teneurs supérieures à 480 mg/l rendent l'eau impropre à l'agriculture.

L'O.M.S a adopté pour l'eau de consommation, une teneur en sulfate inférieure ou égale à 250 mg/l (RODIER, 1984 ).

n)- Les chlorures :

Ils comptent parmi les paramètres secondaires influençant la minéralisation d'une eau.

La minéralisation globale d'une eau augmente sa conductivité, diminue de ce fait la résistance au courant de la corrosion ( DEGRETIENT, 1978 ).

Dans les zones arides, les teneurs peuvent être assez largement dépassées et atteindre 900 mg/l.

Des effets risquent de se produire pour les teneurs en chlorures supérieures à 200 mg/l et ceci pour l'eau destinée à la consommation ( RODIER, 1984 ).

o)- Les nitrates :

Les nitrates ont habituellement pour origine une nitrification de l'azote organique.

En Europe et au U.S.A, il a été reconnu que l'eau chargée en nitrate était susceptible de faire apparaître chez les nourrissons une cyanose liée à la formation de méthamoglobines.

D'autre part, il a été évoqué les risques de formation des nitrosamines et leur action cancérigène. Les normes Européennes ont retenues comme limite acceptable 50 mg/l et comme limite recommandée 5 mg/l pour l'eau de consommation (Rodier 1984).

p)- Les nitrites :

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

Pour la réglementation française, une teneur en azote nitreux de 10 mg/l, ne doit pas être dépassée (Rodier 1984).

Pour certains poissons la valeur de 7,5 mg/l est mortelle.

Pour l'eau de consommation la valeur maximale admissible est de 0,1 mg/l ( Rodier 1984 ).

4) Normes

4-1) Normes de rejets industriels :

Quand les normes portent sur les eaux réceptrices, elles sont établies en fonction des critères de dilution tenant compte du seuil toxique du polluant, ou en fonction des



exigences particulières établies pour le milieu récepteur (voir tableau n° 11 en annexe).

4-2) Normes relatives à l'eau de consommation  
(voir tableau n° 12 en annexe).

5) Résultats et interprétation :

Toutes les analyses effectuées donnent des renseignements sur la nature et l'importance de la pollution engendrée par l'entreprise des détergents "ENAD" de SOUR EL GHOZLANE.

La synthèse des données obtenues par le travail d'analyse permet d'avoir une première idée sur le niveau de pollution et les techniques d'épurations envisageables.

5-1) Résultats :

Les résultats d'analyses sont donnés dans les tableaux n° 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 et 21.

Résultats d'analyse de l'eau du " REJET NORD " (point, P1)

Tableau N° 13

DATE	10/03/1991	16/03/1991	29/04/1991
Heure de prélèvement	13h 20'	16h 15'	14h 50'
T ( °C )	-	26	25
pH	10,10	12,7	8,75
Conductivité (ms/cm)	5,20	6,60	4,3
Turbidité ( N.T.U )	331	335	330
O2 Dissout ( mg/l )	-	-	2,35
M.E.S (mg/l)	9520	15200	16700
M.V.S (mgd'O <sub>2</sub> /l)	4880	5800	6975
D.B.O <sub>5</sub> (mhd'O <sub>2</sub> /l)	300	0	140
D.C.O (mgd'O <sub>2</sub> /l)	3690	4200	4128
D.C.O/D.B.O <sub>5</sub>	12,3	-	29,48

Suite du tableau N° 13

DATE	10/03.1991	16/03/1991	29/04/1991
<hr/>			
L.A.B.S (mg/l)			
anionique	654,40	820,00	985,00
<hr/>			
Non ionique			
( mg/l )	32,25	33,00	37,00
<hr/>			
PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> (mg/l)	426,70	180,00	551,11
<hr/>			
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (mg/l)	0,66	0,035	0,018
<hr/>			
Si O <sub>2</sub> (mg/l)	84,12	79,00	96,00
<hr/>			
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> (mg/l)	1423,00	960,00	2400,00
<hr/>			
cl <sup>-</sup> (mg/l )	320	497	284
<hr/>			
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,310	0,213	0,215
<hr/>			
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/)	1,13	0,19	2,24
<hr/>			
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	20,15	12,23	22,10



Résultats d'analyses d'eau prélevée au niveau des points suivants: P2,P3,P4,P5,P6,P7

Tableau N° 14

Points de prélèvement	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Heure de prélèvement	14h40'	14h30'	14h20'	11h20'	11h00'	10h45'
T (°C)	21	21	21	11,5	11	11
pH	8,60	8,50	8,10	7,50	7,50	7,50
Conductivité (ms/cm)	4,20	3,90	2,60	1,20	1,22	1,35
Turbidité (N.T.U)	325,0	270,0	225,0	8,4	7,4	5,4
M.E.S(mg/l)	12400	12600	9205	9020	8200	7500
O <sub>2</sub> (mg/l)	3,49	5,25	4,98	5,20	6,30	6,60
D.B.O. <sub>5</sub> (mgd'O <sub>2</sub> /l)	180	220	300	400	350	350
D.C.O (mgd'O <sub>2</sub> /l)	3975	3928	2784	1344	1300	1010
L.A.B.S (mg/l)	900,00	810,00	635,00	75,36	41,75	23,25
Non ionique (mg/l)	24,00	10,00	4,00	2,10	0,15	0,21
PO <sub>4</sub> --- (mg/l)	488,90	413,33	208,88	40,00	24,44	24,40
SO <sub>4</sub> --- (mg/l)	2240,0	2270,0	2250,0	300,00	300,0	275,0
SiO <sub>2</sub> (mg/l)	88,00	81,00	83,00	13,50	12,50	12,40
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	284	284	113,6	113,6	113,0	113,0

Résultats d'analyse d'eau du " REJET EST " (point : P8 )

Tableau N° 15

DATE	16/03/1991	29/04/1991
Heure de prélèvement	16h 20'	14h
T ( °C )	12	15
pH	9,30	7,9
Conductivité (ms/cm)	0,98	0,92
Turbidité ( N.T.U )	-	-
O <sub>2</sub> (mg/l)	-	-
M.E.S(mg/l)	4900	1200
M.V.S(mg/l)	3520	590
D.B.O <sub>5</sub> ( mg d'O <sub>2</sub> /l)	35,0	30
D.C.O ( mg d'O <sub>2</sub> /l)	454	292
DCO/DBO <sub>5</sub>	12,97	9,73
L.A.B.S (mg/l) anionique	34,00	1,15
Non ionique (mg/l)	5,50	0,80
PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> (mg/l)	2,88	0,60
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (mg/l)	0,002	0,000
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> (mg/l)	225,00	215,0
Si O <sub>2</sub> (mg/l)	17,00	6,70
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	85,20	106,5
NH <sub>4</sub> (mg/l)	0,247	0,010
NO <sub>3</sub> (mg/l)	12,40	12,40
NO <sub>2</sub> (mg/l)	0,80	0,95



Résultats d'analyse d'eau de la retenue colinéaire  
( point : P9 )

Tableau N° 16 :

Date	29-04-1991	Date	29-04-1991
Heure de prélèvement	14h 5'	LABS (mg/l) anionique	0,12
T ( °C )	15	Non ionique (mg/l)	0,02
pH	6,2	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> (mg/l)	0,54
Conductivité (ms/cm )	0,63	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> (mg/l)	120,0
Turbidité ( N.T.U )	-	Si O <sub>2</sub> (mg/l)	5,60
O <sub>2</sub> ( mg/l )	4,92	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (mg/l)	0,001
M.E.S (mg/l)	960	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	85,20
M.V.S (mg/l)	320	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,043
DBO <sub>5</sub> (mgd'O <sub>2</sub> /l)	150	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	10,23
D.C.O (mgd'O <sub>2</sub> /l)	383	NO <sub>2</sub> (mg/l)	0,21

Résultats d'analyse d'eaux résiduaires de la ville de  
**SOUR EL GHOZLANE (point : P10)**  
**Tableau N° 17**

DATE		16/03/1991	29/04/1991
Heure de prélèvement		15h 30'	13h5'
T	°C	-	15
pH	-	7,70	6,80
Conductivité	ms/cm	0,72	1,33
Turbidité	N.T.U	-	-
O <sub>2</sub> dissout	mg/l	-	1,25
M.E.S	mg/l	1250	2380
M.V.S	mg/l	1080	1840
D.B.O <sub>5</sub>	mg d'O <sub>2</sub> /l	285	300
D.C.O	mg d'O <sub>2</sub> /l	620	918,4
DCO/DO <sub>5</sub>	-	2,17	3,06
L.A.B.S (mg/l) anionique		23,5	1,87
Non ionique ( mg/l )		0,07	0,05
PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> (mg/l)		17,77	10,00
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> (mg/l)		460	225
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (mg/l)		0,013	0,004
Si O <sub>2</sub> (mg/l)		14,0	7,22
Cl <sup>-</sup> (mg/l)		71	56,8
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)		0,669	2,200
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)		0,95	0,95
NO <sub>3</sub> (mg/l )		7,60	7,35



Résultats d'analyse d'eau à l'entrée du barrage  
(point:P11)

Tableau N° 18

DATE		16/03/1991	29/04/1991
Heure de prélèvement		13h 30	11h
T	°C	12	12
pH	-	8,2	8,2
Conductivité	ms/cm	0,70	0,70
O <sub>2</sub> dissout	mg/l	-	3,98
Turbidité	N.T.U	-	-
M.E.S	mg/l	1500	1160
M.V.S	mg/l	620	528
D.B.O <sub>5</sub>	mgd'O <sub>2</sub> /l	85	150
D.C.O	mgd'O <sub>2</sub> /l	420	525
LABS			
(anionique)	mg/l	3,00	0,07
Non ionique	mg/l	0,06	0,01
PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>	mg/l	11,88	3,55
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	mg/l	0,014	0,001
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	mg/l	186	228
Si O <sub>2</sub>	mg/l	5,40	3,60
Cl <sup>-</sup>	mg/l	72,0	99,4
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,447	0,381
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	6,84	17,20
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	mg/l	0,92	0,95

Résultats d'analyse d'eau du barrage ( point :P 12)

Tableau N° 19

Date de prélèvements	16/03/1991	29/04/1991
Heures de prélèvements	16h 40'	11h 30'
T ( °C )	12	15
pH	8,20	8,20
Conductivité (ms/cm)	0,94	0,86
Turbidité (N.T.U)	4,3	4,1
O <sub>2</sub> dissout (mg/l)	-	4,90
M.E.S (mg/l)	380	335
M.V.S (mg/l)	160	120
D.B.O <sub>5</sub> (mg d'O <sub>2</sub> /l)	40	40
D.C.O ( mg d'O <sub>2</sub> /l)	45	32,5
LABS (mg/l)		
anionique	0,087	0,02
Non ionique (mg/l)	0,010	0,000
PO <sub>4</sub> <sup>---</sup> (mg/l)	1,15	0,80
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (mg/l)	0,001	0,000
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> (mg/l)	170,0	175,0
Si O <sub>2</sub> (mg/l)	3,10	2,70
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	113,6	71,00
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,108	0,024
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0,45	11,70
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	5,17	21,00



Résultat d'analyse d'eau traitée ( point : P 13 )

Tableau n°20

DATE	16/03/1991	19/04/1991
Heures de prélèvements	14h	11h 30'
T ( °C )	11	13
pH	7,7	7,4
Conductivité (ms/cm)	0,76	0,97
Turbidité (N.T.U)	2,1	2,4
L.A.B.S (mg/l)	0,087	0,01
Non ionique (mg/l)	0,00	0,00
Polyphosphates (mg/l)	0,20	0,20
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (mg/l)	0,00	0,00
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> (mg/l)	194	185
Si O <sub>2</sub> (mg/l)	2,00	2,50
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	85,2	71,0
NO <sub>3</sub> (mg/l)	4,20	6,50
NO <sub>2</sub> (mg/l)	0,04	0,22
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,018	0,002

Résultats d'analyses d'eau brute du complexe

Tableau n° 21

DATE	29/04/1991	DATE	29/04/1991
Heure de prélèvement	12h 30'	Polyphosphates (mg/l)	0,311
T ( °C )	12	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (mg/l)	0,00
pH	7,1	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> (mg/l)	185
Conductivité (ms/cm)	0,97	SiO <sub>2</sub> (mg/l)	2,70
Turbidité ( N.T.U )	-	Cl <sup>-</sup> (mg/l)	85,2
O <sub>2</sub> dissout ( mg/l )	-	NO <sub>3</sub> (mg/l)	6,50
L.A.B.S (mg/l)	0,010	NO <sub>2</sub> (mg/l)	0,22
Non ioniques ( mg/l )	0,000	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	0,002



5-2)- Interprétation :

Nous ne prétendons pas apporter des données exhaustives sur la pollution engendrée par les rejets de l'entreprise, néanmoins, nous nous sommes attachés à travers les deux campagnes d'analyses effectuées de donner un aperçu aussi bien qualitatif que quantitatif de cette pollution.

a)- La température :

" REJET NORD "

La température mesurée à la sortie du "REJET NORD" est en moyenne de 25 °C, elle n'excède pas 30 °C, ainsi elle répond aux normes de rejets industriels (< 30 °C).

Toutefois, on remarque que cette valeur est un peu plus élevée que la température ambiante. Cette augmentation est due

à la vapeur d'eau issue du séchage de la poudre de détergent venant de U 400.

En aval, à environ 8 km du point P1, la température diminue jusqu'à 11 °C. (voir tableau N°14).

L'Entreprise est équipée d'un système à circuit fermé pour le refroidissement de ses équipements, ainsi elle ne peut générer une pollution thermique.

" REJET EST "

La température est de 12 °C et 15 °C successivement pour les deux prélèvements, elle est nettement inférieure à la température ambiante.

" RETENUE "

Pour le seul prélèvement que nous avons effectué à ce niveau, la température est de 15 °C.

" OUED LAKHAL "

Dans l'oued, la température mesurée le 29/04/1991 est de 15°C, elle est inférieure à la température ambiante.

" BARRAGE "

La température de l'eau du barrage est de 12 °C pour le 16/03/1991 et de 15 °C pour le 29/04/1991, elle est conforme aux normes de qualité de l'eau de surface ( <25 °C).

b)- Le potentiel d'hydrogène : pH

"REJET NORD"

L'Entreprise rejette au niveau du rejet nord, des eaux basiques de pH variant entre 9 et 13.

Cette alcalinité a pour origine l'utilisation excessive de Na OH pour la neutralisation de la matière active sulfonée (L.A.B.S) au niveau de l'unité de sulfonation U100.

" REJET EST "

L'eau du " REJET EST " constamment basique, pH variant de 8 à 10, cette alcalinité a pour seule origine l'eau venant de l'unité de dissolution de soude U 800.

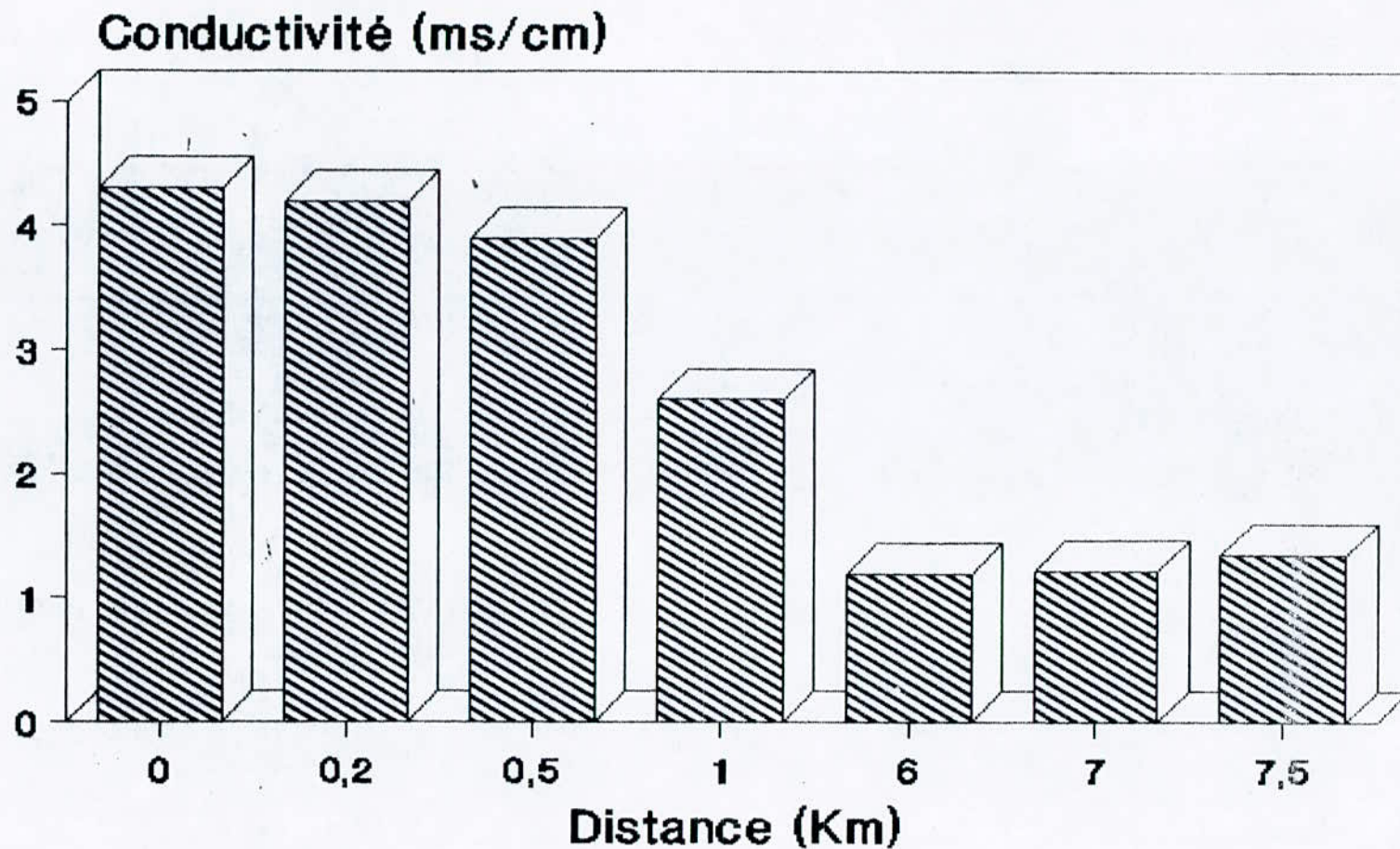
c)- La conductivité :

" REJET NORD "

Nous avons enregistré une conductivité très élevée allant jusqu'à 6,6 ms/cm, ce qui confirme les fortes concentrations en sels minéraux complètement dissociés tels que les chlorures, les silicates, les phosphates et les sulfates que nous avons obtenu lors de nos analyses, ainsi l'Entreprise



# VARIATIONS DE LA CONDUCTIVITE EN FONCTION DE LA DISTANCE



**SCHEMA 1**

contribue beaucoup à la minéralisation des cours d'eau environnants.

L'évolution de la conductivité en fonction de la distance est indiquée sur le schéma 1.

" REJET EST "

La conductivité est de 0,98 et 0,92 ms/cm pour les deux prélèvements. Selon les normes françaises, une minéralisation élevée est indiquée pour une eau dépassant une conductivité de 1,00 ms/cm.

Dans notre cas nous parlerons d'une minéralisation moyenne.

" RETENUE "

Dans la retenue colinéaire, la conductivité est de 0,63 ms/cm: valeur acceptable.

" OUED LAKHAL "

La conductivité est de 0,72 et 1,33 ms/cm. La différence s'explique par les différents jours et heures de prélèvement.

" BARRAGE "

L'eau du barrage présente une conductivité moyenne, elle est de 0,94 et 0,86 ms/cm pour les deux prélèvements.

d)- La turbidité

" REJET NORD "

La turbidité est extrêmement élevée, ceci a pour cause les fortes charges en phosphates, sulfates silicates, chlorures et tensio-actifs.

En aval grâce au phénomène de dilution, la turbidité diminue (voir tableau n° 14 ).

L'évolution de la turbidité en fonction de la distance est indiquée sur le schéma 2.

" BARRAGE "

La turbidité de l'eau du barrage est de 4,3 et 4,1 NTU, elle est inférieure à 5 NTU qui est la NORME fixée pour l'eau de consommation.

Quand l'eau présente un aspect brunâtre, la turbidité n'est pas mesurable c'est le cas pour l'eau du " REJET EST " et " OUED LAKHAL".

e)- L'oxygène dissout :

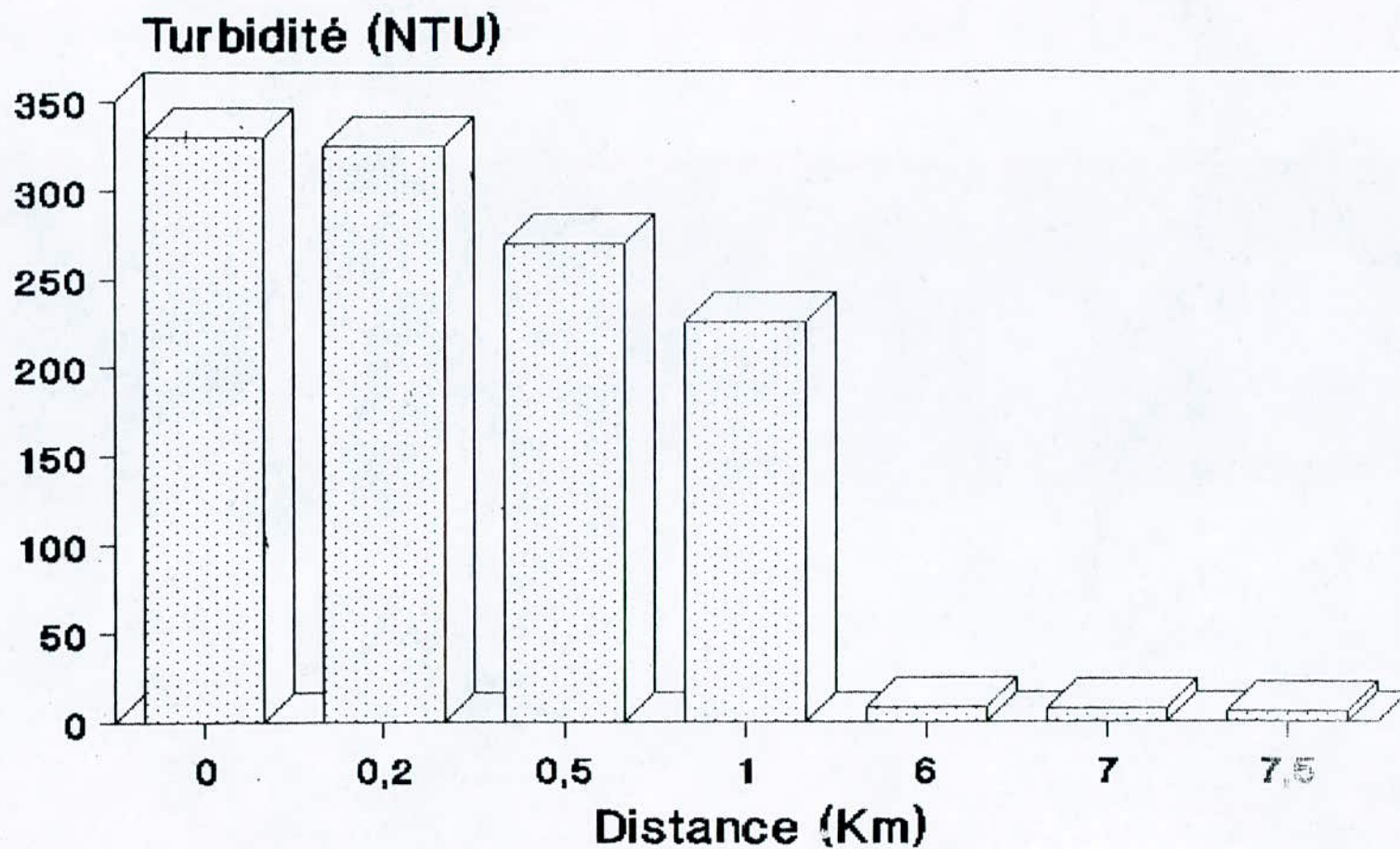
" REJET NORD "

L'oxygène dissout est mesuré seulement le 29/04/1991.

La teneur trouvée au niveau du "REJET NORD" (point P1) est de 2,3 mg/l, c'est une faible teneur qui s'explique par la concentration élevée en tensioactifs. Ces derniers ont la



# VARIATIONS DE LA TURBIDITE EN FONCTION DE LA DISTANCE



SCHEMA 2

particularité de se concentrer en surface de l'eau et diminuer son oxygène.

En aval, du point P2 jusqu'au point P7, les teneurs en oxygène dissout sont élevées malgré le degré de pollution assez important, ceci est dû à la pente accentuée du site qui favorise l'aération du cours d'eau ( tableau N° 14 ).

" REJET EST " : Non mesuré

" RETENUE " : La teneur mesurée est de 4,92 mg/l, c'est une teneur acceptable.

" OUED LAKHAL "

Dans l'Oued, la teneur en oxygène dissout est faible 1,2 mg/l. Nous pouvons conclure que la présence de polluants organiques biodégradables et non biodégradables apportés par les rejets domestiques altèrent les processus d'épuration aérobies et favorisent l'apparition des processus anaérobies, ce qui a été constaté par les mauvaises odeurs qui se dégagent de l'Oued et la couleur sombre de l'eau.

" BARRAGE "

La teneur en oxygène dissout dans l'eau du barrage est de 4,90 mg/l, elle est acceptable.

f-) Demande biochimique en oxygène pendant 5 jours :(DBO5)

" REJET NORD "

La D.B.O<sub>5</sub> est nulle pour le 16/03/1991, nous pensons que l'alcalinité (pH = 12,7) et les teneurs assez élevées en sels et en tensioactifs ont inhibé l'activité bactérienne. En ce qui concerne les deux autres prélèvements, les pH sont moins basiques et les résultats sont positifs. En effet la D.B.O<sub>5</sub> est de 300 mg d'O<sub>2</sub>/l pour le prélèvement du 10/03/1991 est de 140 mg d'O<sub>2</sub>/L, pour celui du 29/04/1991. Nous tenons à faire remarquer que pour les trois premiers jours d'incubation la D.B.O est molle, ces trois jours représentent le temps d'adaptation des micro-organismes au milieu.

En aval, du point P2 jusqu'au P7, les valeurs de la D.B.O<sub>5</sub> (tableau N°14 ) augmentent, ceci nous fait remarquer que la dilution favorise l'augmentation de la D.B.O<sub>5</sub>, c'est ce qui nous a conduit à l'hypothèse précédente à savoir l'inhibition



de l'activité bactérienne par les fortes charges en sels dissout et en tensio-actifs.

" REJET EST "

La D.B.O<sub>5</sub> est de 35 et 30 mg d'O<sub>2</sub>/L valeur conforme à la norme de rejet des eaux usées qui est de 40 mg d'O<sub>2</sub>/L.

" OUED LAKHAL "

Dans l'Oued la D.B.O<sub>5</sub> est assez importante ceci indique qu'il existe une forte pollution apportée par les rejets de la ville de SOUR EL GHOZLANE.

" BARRAGE "

La D.B.O<sub>5</sub> est de 40 mg d'O<sub>2</sub>/L, elle est conforme à la norme. Entre l'Oued et le barrage nous remarquons qu'il y a une autoépuration.

g)- Demande chimique en oxygène :La D.C.O :

" REJET NORD "

La D.C.O est de 4006 mg d'O<sub>2</sub>/l en moyenne, c'est une valeur très élevée, elle traduit la forte pollution du "REJET NORD".

En aval, du point P2 jusqu'au point P7, la D.C.O diminue en fonction de la distance (tableau N°14). Ce qui s'explique par les phénomènes de dilution et d'auto-épuration.

" REJET EST "

La D.C.O est en moyenne de 373 mg d'O<sub>2</sub>/l, par ces résultats, nous affirmons que le " rejet est " est beaucoup moins polluant que le " rejet nord".

" OUED LAKHAL "

Dans l'Oued, la D.C.O est de 769 mg d'O<sub>2</sub>/l en moyenne, cette valeur nous permet de conclure que l'Oued est à un degré de pollution assez avancé.

" BARRAGE "

La D.C.O mesurée dans l'eau du barrage est conforme à la norme, la diminution observée entre l'Oued et le barrage s'explique par l'effet de dilution.

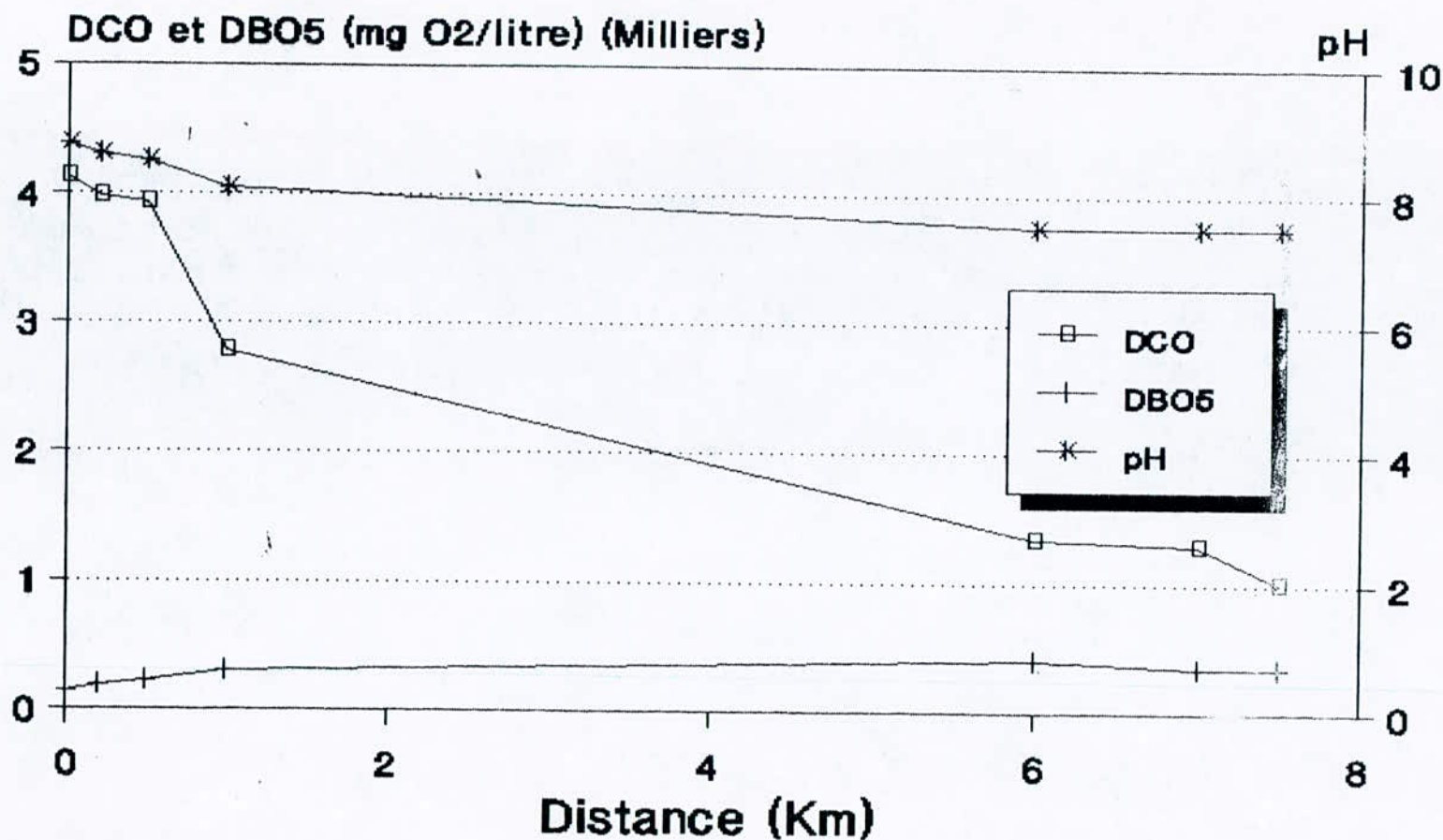
Remarque :L'évolution des valeurs de la DBO<sub>5</sub>, D.C.O et pH en fonction de la distance est indiquée sur le schéma 3.

h)- Le rapport D.C.O / D.B.O<sub>5</sub> :

Le rapport D.C.O / D.B.O<sub>5</sub>, renseigne sur les possibilités d'épuration par voie biologique d'un effluent.

Cette épuration est impossible pour le rapport D.C.O/D.B.O<sub>5</sub> supérieur à 5.

# VALEURS : DCO, DBO5, pH EN FONCTION DE LA DISTANCE



SCHEMA 3



En ce qui concerne les rejets de l'entreprise "ENAD". Ce rapport est de 12,30 et de 29,48 pour le "rejet Nord" (voir tableau N°16), il est de 12,97 et de 9,73 pour le "rejet EST"(tableau N° 18) ceci montre que l'activité bactérienne est inhibée par des concentrations élevées en tensio-actifs et en sels dissous (phosphates, silicates, sulfates ...). Par ailleurs, ces résultats indiquent que si on envisage un traitement biologique pour l'effluent de l'E.N.A.D, celui-ci doit se situer en aval des traitements chimiques et physico-chimiques.

Le rapport D.C.O / D.B.O<sub>5</sub> est de 2,6 pour les eaux résiduaires de la ville de SOUR EL GHOZLANE, nous pensons qu'un traitement biologique de ces eaux serait un traitement adéquat.

i)-Les M.E.S et les M.V.S :

" REJET NORD "

Les M.E.S sont très importantes, elles représentent la totalité des matières minérales et organiques se trouvant dissous dans l'échantillon.

La mesure des M.V.S, montre que nous avons plus de matières minérales qu'organiques, ( MM > MVS ),(tableau N°13).

" REJET EST "

Les M.E.S sont élevées, seulement on remarque que la valeur des matières minérales (MM) s'approchent de celles des matières organiques (MVS) ceci est dû à l'apport des matières organiques par les eaux domestiques (tableau N°15).

" RETENUE "

Sous l'effet de la dilution les M.E.S sont beaucoup plus faibles par rapport au "REJET EST ". les M.V.S < M.M.

" OUED LAKHAL "

Dans l'eau de l'oued, les M.E.S sont assez importantes et il y a autant de matières organiques que minérales (tableau N°20).

" BARRAGE "

La teneur moyenne en M.E.S dans l'eau du barrage est acceptable, elle est de 357 mg/l, également, nous avons plus de matières minérales qu'organiques (M.M > M.V.S ).

j)- Le tensio-actif anionique (L.A.B.S)

" REJET NORD "

Les teneurs en L.A.B.S sont excessivement élevées pour les trois prélèvements ( 654,4 ; 820,0 ; 985,0 mg/l).

Elles ont pour conséquences, la diminution de l'oxygène dissout et la formation de mousse. Ces teneurs ont pour origine les eaux venant de l'unité de sulfonation U100 et les



unités de production de détergents ( U 400 et U 300 ) où les anioniques ( L.A.B.S) représentent un grand pourcentage dans les formules détergentes ( 30 % dans "NOOR", 7 % dans "TELDJ", 30 % dans "ISIS" et 5 % dans la poudre récurante "NADA").

En aval, sous l'effet de l'autoépuration et de la dilution, la teneur en L.A.B.S diminue en fonction de la distance pour atteindre 23,25 mg/l à environ 8 km (point :P7).

L'évolution de la teneur en L.A.B.S en fonction de la distance est indiquée sur le schéma 4.

#### " REJET EST "

Les teneurs en L.A.B.S sont de 1,15 et 34 mg/l pour les deux prélèvements, elles sont beaucoup moins élevées que celles mesurées au niveau du rejet nord. Toutefois ces teneurs restent élevées et constituent un danger pour les cours d'eau environnants. Les pertes de la matière première résultant de la mauvaise manipulation explique la disparité des résultats.

#### " RETENUE "

Dans l'eau de la retenue, la teneur en L.A.B.S est très faible 0,12 mg/l, nous remarquons également une diminution très marquée par rapport au rejet est ou la teneur en L.A.B.S est de 34 mg/l ce qui s'explique par les phénomènes de dilution et d'auto-épuration.

#### "OUED LAKHAL"

L'oued LAKHAL évacue les eaux résiduares de la ville de SOUR EL GHOZLANE c'est pour cela que l'eau de l'oued présente des teneurs importantes en L.A.B.S, en effet, nous avons obtenu 23,5 mg/l pour le 16/03/1991 et 1,87 mg/l pour le 29/04/1991, ces teneurs traduisent les quantités élevées de détergents utilisées au niveau des foyers. L'écart entre les deux valeurs s'explique par le fait que les prélèvements sont faits à des heures et jours différents.

#### " BARRAGE "

Dans l'eau du barrage, les teneurs en L.A.B.S sont de l'ordre de grandeur de la limite de détection de la méthode de mesure qui est de 0,1, cependant nous remarquons qu'elles sont faibles, pas nulles car le rejet de la ville continue à être effectué dans le barrage ( tableau n° 19 ).

#### k)- Tensio-actif non-ionique :

##### " REJET NORD "

La teneur la plus élevée que nous ayons enregistré est de 37 mg/l, en comparaison avec les anioniques, cette valeur est beaucoup plus faible, ceci est du au faible pourcentage qui



leur est réservé dans les formules détergentes et qui se répercute dans les rejets.

En aval, du point P2 jusqu'au point P7, la concentration en non ionique tend à s'annuler (tableau N° 14).

" REJET EST "

Les teneurs sont de 5,5 et de 0,8 mg/l, elles ont pour origines les eaux de cuisines et les pertes de matières premières résultant de la mauvaise manipulation ce qui expliquerait la disparition des résultats.

" RETENUE "

La teneur en non ionique est de 0,02 mg/l

" OUED LAKHAL "

Les produits de nettoyage utilisés au niveau des foyers contiennent des tensio-actifs non-ionique mais en faible quantités, ces derniers se retrouvent dans les eaux résiduaires de la ville ( oued LAKHAL) sous forme de traces. Les teneurs mesurées ne sont pas loin de la limite de détection de la méthode d'analyse qui est de 0,1.

" BARRAGE "

Dans le barrage, les tensio-actifs non-ioniques sont également sous forme de traces, ceci est prouvé par les dosages répétés sur les mêmes échantillons. Les résultats trouvés sont inférieurs à la limite de détection ( voir tableau n° 19).

1)- Les polyphosphates :

" REJET NORD "

Le rejet nord est excessivement riche en polyphosphates. L'origine en est l'unité de fabrication de détergents en poudre "NOOR" ou les polyphosphates représentent près de 40 % de la composition totale et également l'élimination de poudre résultante de la déchirure accidentelle des sacs de polyphosphates.

La présence d'orthophosphates pourrait être due à la composition des polyphosphates contenant eux même de l'orthophosphate comme impureté, aussi il faut noter qu'en milieu aqueux, les polyphosphates META (HP O<sub>3</sub>) et PYRO (H<sub>4</sub>

P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) tendent vers une forme plus stable qui est la forme d'orthophosphate (H<sub>3</sub> PO<sub>4</sub>).

" REJET EST "

La moyenne des deux valeurs obtenues est de 1,74 mg/l, elle est conforme à la norme fixée pour les rejets d'eau usées qui est de 2 mg/l

" RETENUE "

Dans l'eau de la retenue, nous avons enregistré une teneur très faible : 0,54 mg/l.

" OUED LAKHAL "

Les détergents utilisés au niveau des foyers sont en grande partie à l'origine des teneurs en phosphates enregistrés dans les eaux résiduaires de la ville charriées par l'oued (17,77 et 10,00 mg/l). Toutefois il ne faut pas exclure la contribution d'autres produits.

" BARRAGE "

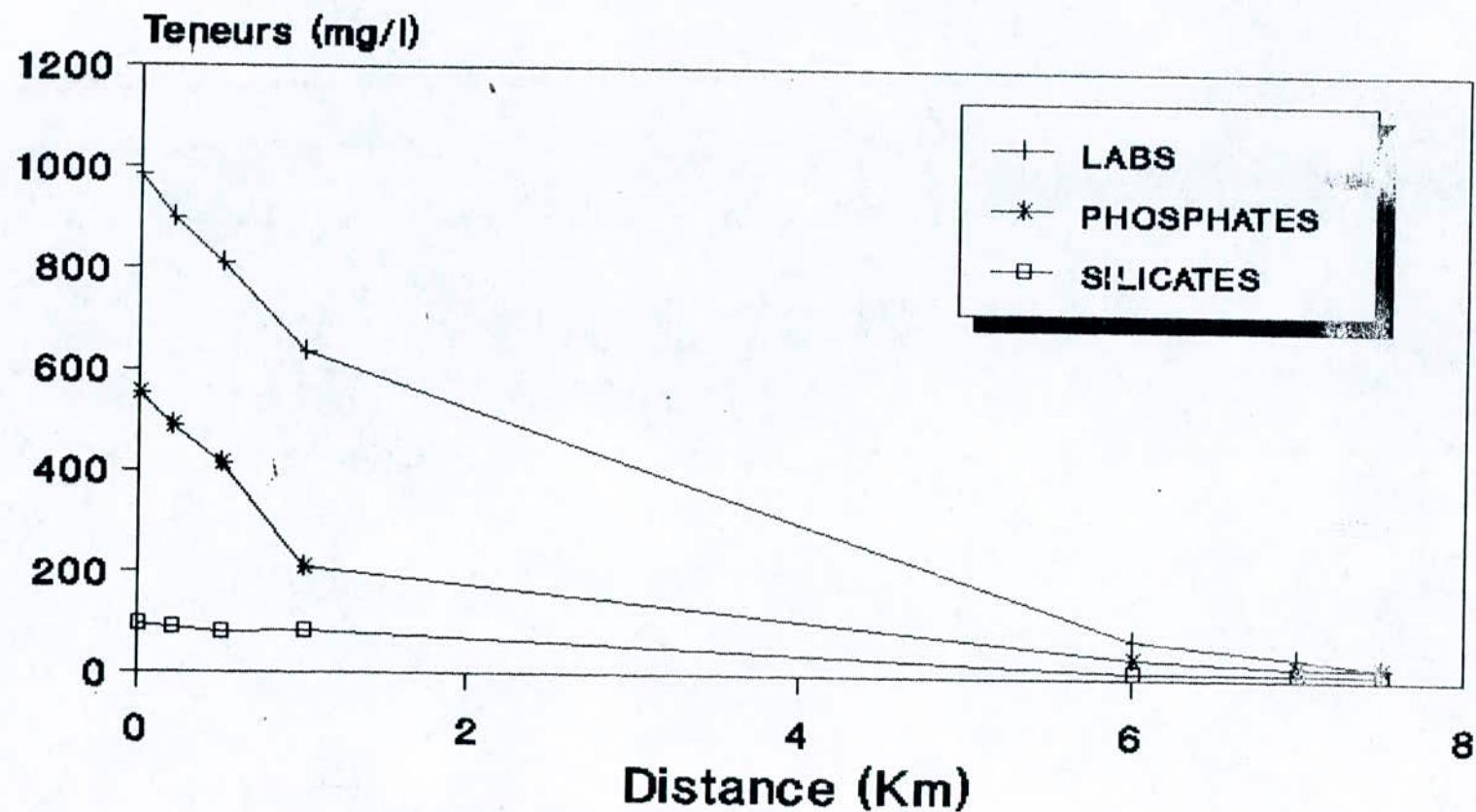
Dans l'eau du barrage, les teneurs sont de 1,15 et 0,8 mg/l.

D'après (BARROIN, 1990), un plan d'eau est en danger d'eutrophisation lorsque sa concentration en phosphates est supérieure à 10 mg/l, ceci nous permet de conclure que l'on est loin du seuil critique d'eutrophisation.

Nous expliquons par ailleurs la diminution des teneurs entre l'oued et le barrage par l'auto-épuration comprenant



# VARAIATIONS DES TENEURS EN LABS, PHOSPHATES ET SILICATES EN FONCTION DE LA DISTANCE



SCHEMA 4

entre autres l'assimilation par les végétaux et la précipitation ( en pH > 7 avec les cations Ca, Fe, Al, Mn, etc...).

m)- Les silicates :

" REJET NORD "

La teneur en silicate du "REJET NORD " est assez importante, elle dépasse de loin 50 mg/l qui est la limite fixée pour les rejets d'eaux usées.

C'est ce qui explique en partie la turbidité et la conductivité assez élevées de ce rejet (tableau n° 14).

" REJET EST "

Les valeurs obtenues sont inférieures à la norme (tableau n°15).

" RETENUE "

Teneur conforme à la norme, ( tableau n° 16 ).

" OUED LAKHAL "

Teneur également conforme à la norme ( tableau n°17 ).

" BARRAGE "

les teneurs dans l'eau du barrage sont très faibles, en moyenne 3 mg/l. Entre l'oued et le barrage la teneur en silicate diminue fortement, nous expliquons cela par les phénomènes de dilution et d'assimilation par les végétaux.

Remarque : L'évolution des teneurs en LABS, phosphates et en silicates sont indiquées sur le schéma 4.

n)- Les sulfates :

" REJET NORD "

Les résultats d'analyse obtenus expriment les teneurs très excessives en ions sulfates dans l'eau du rejet nord (1594 mg/l en moyenne).

Les sulfates sont utilisés comme charge dans les détergents en poudre ( près de 40 % de la composition totale),



ainsi ils se répercutent dans les rejets en leur attribuant une couleur blanche et une minéralisation élevée.

" REJET EST "

Nous avons obtenu 225 et 215 mg/l pour l'eau de ce rejet, se sont des teneurs acceptables.

Autres points de prélèvement (retenue, barrage, l'oued LAKHAL,...): les résultats sont conformes aux normes.

15°) Les chlorures :

" REJET EST "

A la suite de l'utilisation de l'hypochlorite de sodium pour blanchir la pâte "SLURRY", on obtient des eaux résiduaires de couleur blanche à réaction alcaline et contenant du chlore libre, ce dernier pourra être transformé en chlorures dans un milieu réducteur. ( tableau n° 13 ).

Le chlore est susceptible de paralyser des systèmes enzymatiques importants, ce qui explique en partie la valeur nulle de la D.B.O5 mesurée sur le deuxième prélèvement.

Dans l'eau du 'rejet nord', 'retenue', 'Oued LAKHAL' et le 'barrage', les teneurs en chlorures sont conformes aux normes ( < 250 mg/l de  $Cl^-$  ).

o)- Les nitrates et les nitrites :

" REJET NORD "

Les teneurs en nitrates et nitrites ( tableau n° 13 ) ne dépassent pas les normes fixées pour les eaux résiduaires (50mg/l pour les  $NO_3$  et 10 mg/l pour les  $NO_2$ ), elles ont probablement pour origine l'urée (  $R - N H_2$  ) utilisé dans les détergents liquide " ISIS ".

Dans les eaux résiduaires de l'Entreprise, l'urée est oxydée en nitrates ( $NO_3$ ) et sous l'influence d'une action dénitrifiante, une partie de ces nitrates s'est transformée en nitrites (  $NO_2$  ) d'où leur faible teneur par rapport aux nitrates ( [  $NO_3$  ] > [  $NO_2$  ] ).

Autres points de prélèvement (barrage, retenue, rejet est, oued LAKHAL,...): Les teneurs sont faibles et conformes aux normes, ceci est valable pour les nitrates et les nitrites, également nous remarquons que les teneurs en nitrates sont supérieures à celle des nitrites.

p)- L'Azote Ammoniacal (  $NH_4$  )

L'Azote Ammoniacal se trouve en faibles quantités dans les deux rejets de notre entreprise, ceci est également observé

pour tous les prélèvements effectués dans le milieu récepteur entre autre le barrage, la retenue, l'oued...

6)- Conclusion

" REJET NORD "

Au vu des résultats d'analyses obtenus et des phénomènes observés sur le terrain (mousse, couleur blanche de l'eau...) ainsi que le débit assez important de 25 m<sup>3</sup>/h, nous pensons que le rejet nord de l'Entreprise Nationale des Détergents de SOUR EL GHOZLANE présente des risques pour son environnement.

" REJET EST "

Par rapport au rejet nord, le rejet est de l'Entreprise est beaucoup moins chargé. Cependant les résultats obtenus ne répondent aucunement aux normes prises comme référence ( tableau N° 15).

" RETENUE "

Bien que la retenue sert d'exutoire pour le REJET EST, celle-ci ne présente aucune anomalie au vu des résultats obtenus ( tableau n° 16).

" OUED LAKHAL "

Le traitement des eaux résiduaires de la ville de SOUR EL GHOZLANE est nécessaire étant donné que ces dernières ont dépassé de loin le seuil critique de pollution.

" BARRAGE "

D'après nos résultats, il semble que l'eau du barrage ne soit pas polluée, mais nous tenons à préciser que les études supplémentaires notamment pendant la saison chaude doivent être effectuées dans le but de confirmer et de renforcer ces résultats.

Les résultats d'analyses obtenus pour l'eau du barrage traitée et l'eau brute alimentant l'Entreprise sont conformes aux normes arrêtées pour les eaux de consommation ( tableau n° 20 et 21 ).



## C O N C L U S I O N      G E N E R A L E

L'objectif essentiel de notre travail a consisté en une évaluation préliminaire de la pollution engendrée par l'Entreprise Nationale des Détergents ( E.N.A.D ) de SOUR EL GHOZLANE. Selon le plan suivant :

Dans la première partie nous avons essayé de positionner le problème et de définir d'une manière générale les produits détergents à savoir leur compositions, leur classification, leur application ainsi que les nuisances dues à leur présence dans les eaux. Ceci a été l'objet d'une étude bibliographique.

La deuxième partie de notre travail a porté sur la présentation de l'E.N.A.D et la compréhension des procédés de fabrication des différents détergents, ceci afin de connaître les composés chimiques utilisés et qui sont susceptibles de se retrouver dans les rejets.

Dans la troisième partie nous avons effectué des prélèvements d'échantillons d'eau au niveau des rejets de l'E.N.A.D, ainsi que dans le milieu récepteur afin d'apprécier et de mieux observer le degré de pollution engendrée par cette dernière.

Le potentiel de pollution de l'effluent de l'E.N.A.D est apprécié par une série d'analyses spécifiques aux rejets de détergents ( tensioactifs, phosphates, sulfates et silicates ) ainsi que d'autres analyses à caractère global cherchant à traduire avec plus ou moins de fidélité les nuisances susceptibles d'être induites par la présence des détergents dans le milieu récepteur (matière en suspension, D.B.O<sub>5</sub>, D.C.O, chlorures, nitrates, nitrites).

Les résultats expérimentaux de ces analyses sont donnés sous forme de tableau suivi d'une interprétation correspondante à chaque paramètre et pour chaque point de prélèvement.

Les résultats montrent que les rejets de l'Entreprise Nationale des Détergents de SOUR EL GHOZLANE présentent un pH assez basique et une forte charge en tensioactifs, en phosphates, en sulfate, en silicates, et également une D.C.O assez importante traduisant le degré très avancé de pollution ainsi il apparait clairement que ces rejets dépassent largement les normes de déversement des eaux usées. Par ailleurs nous avons montré que les rejets de l'Entreprise présentent une composante minérale plus qu'organique.

Il faut noter que l'eutrophisation, la diminution de l'oxygène dissout et la minéralisation excessive peuvent constituer un risque pour les cours d'eau environnant l'Entreprise " E.N.A.D " de SOUR EL GHOZLANE.

Néanmoins nous pensons que le recyclage de ces rejets est une solution que l'Entreprise doit prendre en considération.

Pour remédier au problème de pollution, l'Entreprise " E.N.A.D " de SOUR EL GHOZLANE prévoit l'installation d'une station d'épuration de ces effluents. A cet effet des travaux de Genie-Civil seront entrepris au cours de l'année 1991. Toutefois, nous pensons que l'action sera encore plus efficace si l'on intègre les recommandations suivantes :

- Engager une action de sensibilisation du personnel sur le problème de la pollution
- Procéder au remplacement des pompes défectueuses et des installations corrodées présentant des fuites de matières premières.
- Assurer la maintenance des appareils.
- Surveiller et contrôler constamment les rejets par des séries d'analyses régulières des eaux résiduaires.
- Etudier le recyclage des eaux résiduaires afin de récupérer les matières premières et de diminuer la charge polluante.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

1- A.P.R.I.A. Association pour la Promotion Industrie  
Agriculture. (1975).

Nettoyage et désinfection dans les industries  
alimentaires.

chp : Désinfection par les agent de surface, 14-35.

2- A.S.P.A. Syndicat National des Fabricants d'Agent de  
Surface et de Produits auxiliaires (1990).

chp : Les agents de surface ou produits tensio-actifs,  
5-28.

3- AUBERT. M, GUILLEMAUT-DRI.C, AUBERT.J. (1987).

Etude Comparative de la toxicité de deux détergents vis à  
vis de chaîne biologiques marines.

Rev. Inter. Océanogr. Méd, 87 : 88,171 - 80.

4- BARROIN . GUY. ( 1990).

La pollution des eaux par phosphates.

La recherche, 5 : 221, 620 - 627.

5-BENRABAH . M. ( 1979).

Contrôle de la dureté de l'eau et pouvoir détergent des  
formulations à base de zéolite NaA.

Projet de fin d'etude, INIL, Boumerdés.

6- BERNA .J.L, FERRER .J, MORENO .A. (1989).

The Fate of Las in the Environnement.

Tenside surfactants détergents, 26: 86-94.

7- BOLLE. J. , RAISON.M.,JULLIG T.H.(1963).

Les détergents.

chimie et industrie,90:5,491-504.

8-BORMANS .J.(1974).

Analyse des eaux résiduaires industrielles, EYROLES ,  
Paris.

9- COLSON .R. (1976).

Les surfactifs en cosmétologie, EYROLES , PARIS.

10-DAUTRY .P. (1989).

Lessives: avec ou sans phosphates.

Science et vie, 7:862,106-115 et 156.

11- DEGREMENT.(1978).

Memento-technique de l'eau, EYROLES,PARIS.

12-ECKENFELDER.W.(1982).

Gestion des eaux usées, LAVIOSIER,FRANCE.

13- KETTAB.A. (1986).

Législations et gestion des eaux.

Cours photocopié, ENPA,Alger.

14- MARTIN .G (1980)

Note de cours sur le traitement de l'eau.

Eyroles, Paris.

15- MEINK .H., HOHLSCHUTER .R. (1977).

Les eaux résiduaires industrielles, MASSON, Paris.



chp : eaux résiduaires de fabriques de détergents  
synthétiques, 321 - 325.

Et

16-AFNOR (1983)

Norme NFT 73-265 :

Agents de Surface - Détergents - Agents de Surfaces  
anioniques - Détermination de la biodégradabilité.

17-PAQUOT .C. (1972).

Biodégradation des agents de surface.

Technicuir ,6 : 4, 49 - 55.

18- PESSON .P. , CABRIDENC .R. (1980).

La pollution des eaux continentales, incidence sur les  
biocénoses aquatiques ,EYROLES, PARIS

chap: Pollution des eaux par les détergents, 43 - 58.

19- PETRE .I., CALCIU .A. ( 1971).

Aspect de la toxicité des détergents anioniques.

Parfums, cosmétiques, savon de France, 1:1, 39 - 43.

20- AMADE .F. ( 1979).

Ecotoxicologie, Masson, Paris.

21-RAMADE .F. (1982).

Elements d'écologie, Ecologie appliqué.

MASSON, PARIS.

22- RODIER .J. ( 1984).

Analyse de l'eau, Dunod, Paris.

23- ROQUES .H. ( 1979).

Fondement théorique du traitement biologique des eaux,  
technique et documentation, DUNOD, PARIS.

24 SCHÖBERL .P. (1989).

Basic Principles of LAS iodegradation

Tenside surfactants détergents, 26: 2, 86 -94.

25- SCHWATZ .A., PERRY .J. ( 1956).

Chimie des eaux, le Griffon. CANADA.

26- TARDATE.M., BEAUDRY.J.P. (1984)

Chimie des eaux, LE GRIFFON, CANADA.

27- T.E.C. ( 1990).

Technicologie des eaux résiduaires : Production, collecte,  
traitement et analyse des eaux résiduaires, SPRINGER-  
VERLAG,PARIS.

28- WINNACKER .K., KÜCHLER .L. ( 1968).

Chimie Organique, tome VII, EYROLES, PARIS.



**A N N E X E S**

1-) Concentration limites pour le déversement des eaux usées ( Normes Suisses )

Tableau N° 11

Paramètres	Expression des résultats	Qualités des effluents rejetés dans les eaux de surface
Température	°C	10 - 16
pH	Unité pH	6,5 < PH < 8,5
Conductivité	ms/cm	< 1
Turbidite	N.T.U	< 5
O <sub>2</sub> Dissout	mg /l	6
D.B.O <sub>5</sub>	mg d'O <sub>2</sub> /l	40
D.C.O	mg d'O <sub>2</sub> /l	120
M.E.S	mg/l	100
N H <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	30
Agent de surface anionique	mg/l	2
Agent de surface non ionique	mg/l	aucune valeur n'est proposée
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	mg/l	2
SiO <sub>2</sub>	mg/l	< 50
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	"
Cl <sup>-</sup>	mg/l	"
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50
NO <sub>2</sub>	mg/l	10



2-) Concentrations limites des eaux de consommation  
( RODIER, 1984 )

Réglementation Française ( 1984 )

Tableau N° 12

Paramètres	Expression des résultats	Limite acceptable
Température	°C	< 25
pH	Unité pH	6,5 \< pH \< 9,5
Turbidité	N.T.U	\< 5
Conductivité	ms/cm	\< 1
N H <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,5
Agent de surface anionique	mg/l	0,2
Agent de surface non ionique	mg/l	aucune valeur n'est proposée
Phosphore	mg/l	\< 5 (en P2O5)
Chlorures	mg/l (cl <sup>-</sup> )	\< 250
Sulfates	mg/l en SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	\< 250
Silicates	mg/l SiO <sub>2</sub>	aucune valeur n'est proposée
Nitrates	mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	\< 50
Nitrites	mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	\< 0,1
Matière en-suspension	mg/l MES	Abscence
O <sub>2</sub> dissout	% O <sub>2</sub> de saturation	Prés de 70 %

3)- Dosage des surfactifs anioniques par méthode colorimétrique (RODIER 1984)

PRINCIPE :

En solution aqueuse, la méthode polaire des surfactifs anioniques forme avec le bleu de méthylène (cationique), un

complexe soluble dans le chloroforme est susceptible d'un dosage colorimétrique.

Réactifs :

- Solution Tampon :

Phosphate disodique anhydre.....10 g  
Solution d'hydroxyde de sodium.....PH 10,5  
Eau distillée.....qsp. 1000 ml

- Solution neutre de bleu de méthylène  
Bleu de méthylène.....20 g  
Eau distillée.....qsp. 1000 ml

- Chloroforme pure bidistillée  
- Solution mère étalon de surfactif à 0,1 g/l  
- Surfactif anionique..... 0,1 g  
- Eau distillée.....qsp 1000 ml

- Solution fille étalon de surfactif à 0,01 g/l

Etablissement de la courbe d'étalonnage :

NUMERO DES ELENMEYERS	T	I	II	III	IV	V
Solution fille étalon de surfactif à 0,01 g/l (ml)	0	1	2	5	7,5	10
Eau distillée (ml)	100	99	98	95	92,5	90
Solution tampon (ml)	10	10	10	10	10	10
Solution de bleu de méthylène neutre (ml)	5	5	5	5	5	5
Chloroforme (ml)	15	15	15	15	15	15
Correspondance en mg/l de surfactif	0	0,1	0,2	0,5	0,75	1

Agiter doucement et uniformément pendant 2 mn à l'agitateur électromagnétique en évitant l'émulsion.

Versez le contenu des érlenmeyers dans une série d'ampoules à décanter, recueillir les extraits chloroformiques dans des erlenmeyers contenant :



- Eau distillée.....100 ml
- Solution neutre de bleu de méthylène.....5 ml
- Acide sulfonique N.....1 ml

Boucher soigneusement pour éviter les pertes de chloroforme par évaporation. Agitez 1 minute à l'agitateur électromagnétique, transvaser dans une deuxième série d'ampoules à décanter. Receuilir les extraits chloroformiques dans des fioles jaugées de 25 ml en filtrant sur filtre de papier à filtration rapide imprégné de chloroforme.

Renverser dans les erlenmeyers correspondants les phases basiques et les phases acides de chaque série d'ampoules. Recommencez 2 fois les extractions et les lavages avec seulement chaque fois 5 ml de chloroforme. Réunir les extraits chloroformiques dans les fioles jaugées de 25 ml et compléter à 25 ml avec du chloroforme pour remplacer celui qui s'est évaporé au cours des manipulations. Effectuer la lecture spectrométrique à la longueur d'onde de 650 nm. Construire la courbe d'étalonnage.

Mode opératoire :

Dans deux erlenmeyers de 25 ml, ajouter successivement :

	A	B
Eau à analyser (ml)	-	100
Eau distillée (ml)	100	-
Solution tampon (ml)	10	10
Solution de bleu de méthylène (ml)	5	5
Chloroforme pur (ml)	15	15

Pour chaque erlenmeyers, procéder à l'extraction comme indiqué pour la préparation de la courbe d'étalonnage. Effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 650 nm et tenir compte de la valeur lue pour le témoin se reporter à la courbe d'étalonnage.

Expression des résultats :

Pour une prise d'essai de 100 ml, la courbe donne directement la teneur en surfactif anionique exprimée en milligrammes par litre d'eau.

Le nom chimique du produit de référence utilisé pour l'étalonnage est le lauryl-sulfate de sodium.

Limite de détection est de 0,1 ml /l.

Appareil de mesure : Spectro-Photometer  
Modèle DLS -7.

4)- Dosage de surfactifs non ioniques : (RODIER 1984 )

Méthode colorimétrique au réactif iodo-ioduré :

PRINCIPE.

Les agents de surface non ioniques forment avec une solution: iode-ioduré un complexe coloré susceptible d'un dosage spectrométrique.

REACTIFS.

- Solution iodo-iodurée :
  - iode.....1 g
  - iodure de potassium..... 2 g
  - eau distillée..... q.s.p. 100 ml

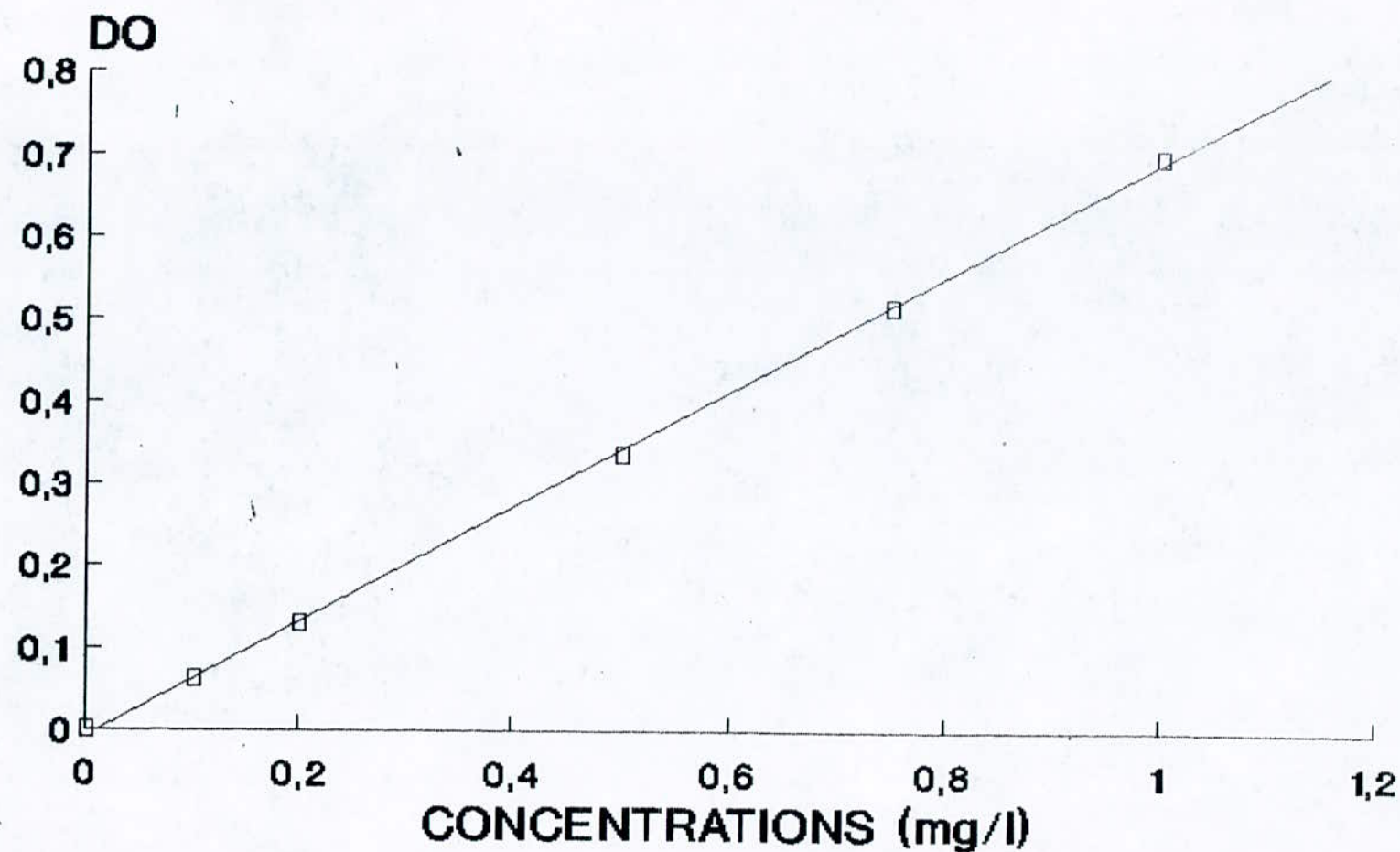
A conserver en flacon en verre teinté et à renouveler tous les 8 jours.

- Solution mère étalon de surfactif non ionique à 1 g/l, préparée à partir de surfactif recherché.
- Solution fille étalon de surfactif à 0,020 g/l  
Diluer au 1/50 la solution précédente.



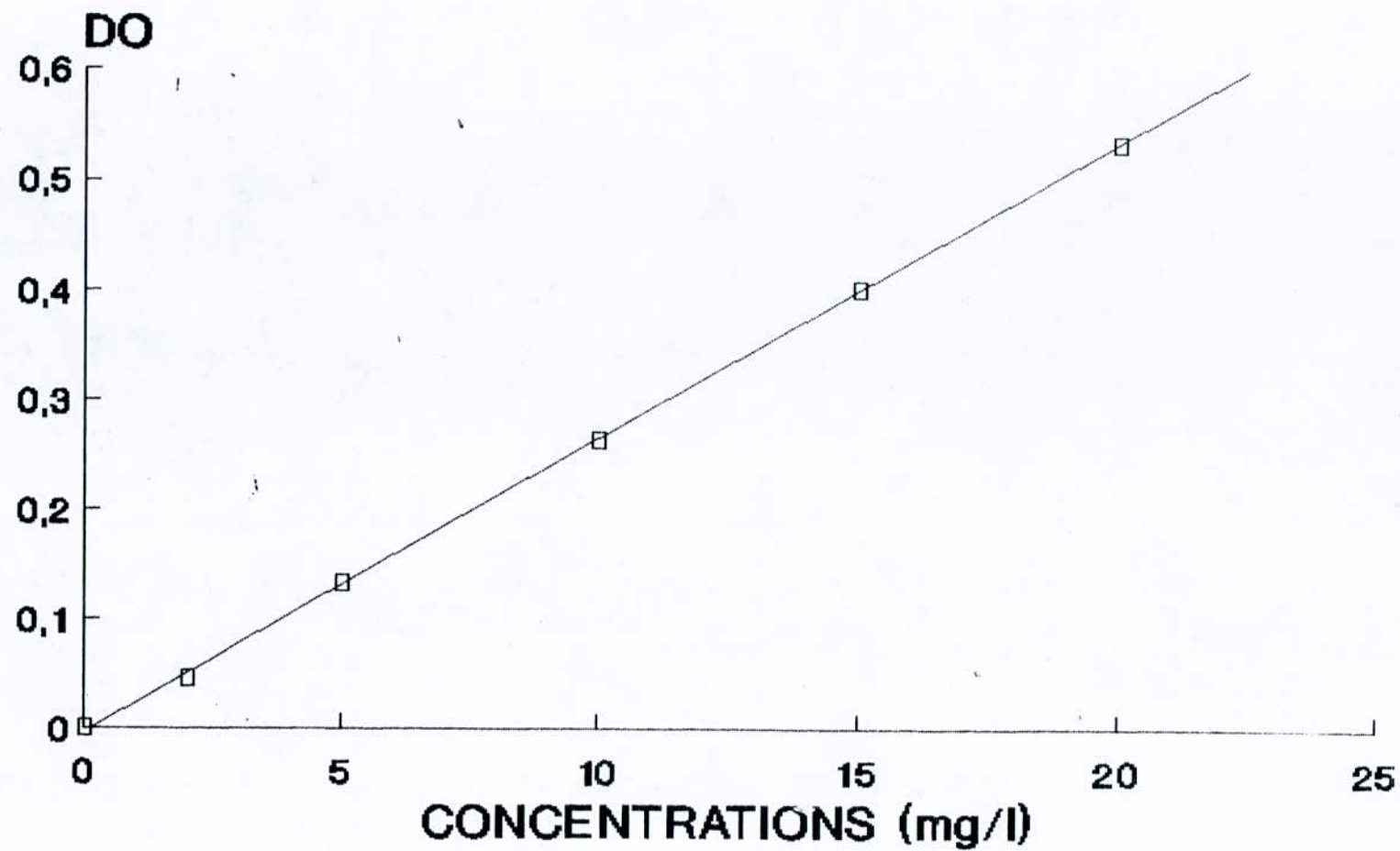
# COURBE D'ETALONNAGE

## LAURYL SULFATE DE SODIUM



TECHNIQUE AU B.M

# COURBE D'ETALONNAGE NON IONIQUE (DOBANOL)





Etablissement de la courbe d'étalonnage :

Dans une série de fioles jaugées de 10 ml, introduire successivement :

NUMERO DES FIOLES	T	I	II	III	IV	V
Solution Etalon à 20 mg/l (ml )	0	1	2,5	5	7,5	10
Eau distillée (ml )	10	9	7,5	5	2,5	0
Correspondance en mg/l surfactif	0	2	5	10	15	20
Solution iodo-iodurée ( ml )	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

Attendre cinq minutes puis effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 500 nm. Construire la courbe d'étalonnage.

Expressions des résultats :

Pour une prise d'essai de 10 ml, la courbe donne directement la teneur en surfactif non ionique exprimée en milligrammes par litre.

- Le tensio-actif non ionique utilisé pour l'étalonnage est le " DABANOL ".

L'limite de détection 0,05 mg/l

Appareil utilisé : Spectro - photomètre

Modele : DLS - 7

5)- Dosage des polyphosphates par colorimétrie:  
(TARDATE 1984)

PRINCIPE :

Le MOLYBDATE d'ammonium  $M0_7 (NH_4)_4 \cdot 4 H_2O$  réagit en milieu acide en présence de phosphate en donnant un complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue (bleu de MOLYBDENE) susceptible d'un dosage colorimétrique.

REACTIFS :

- Réactif mélangé

1)- Solution (A)

Molybdate d'ammonium.....2,5 g

Eau distillée.....100 ml

2)- Solution (B)  
Acide sulfurique pur (H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>).....28 ml  
Eau distillée.....100 ml

3)- Solution (C)  
Acide ascorbique.....0,5 g  
Eau distillée.....50 ml

Solution (A) + Solution (B) - 50 ml du mélange plus 50 ml de la solution (C)

(A) + (B) - 50 + (C)

-Solution mère à 1000 mg/l de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

Phosphate hydro-génopotassique..... 1,432 g  
Eau distillée..... 1000 ml

-Solution fille étalon à 10 mg/l PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>

Aprenez 1 ml de la solution mère, complétez à 100 ml d'eau distillée.

Mode préparatoire :

- Eau à analyser..... 20 ml
- Réactif mélangé..... 5 ml
- Eau distillée..... 25 ml

Porter le tout au Bain-Marie à 80 °C durant 20 mn, laissez refroidir; une fois refroidi passer l'échantillon ainsi préparé au spectrophotomètre, à la longueur d'onde de 825 nm.

Courbe d'étalonnage :

Méthode pour eau usée :

Dans une série de fioles introduire successivement :

Solution fille à 10 mg/l (ml)	0	1	2,5	5	10	20
Réactif mélangé ( ml )	5	5	5	5	5	5
Concentration ( mg/l )	0	0,2	0,5	1,0	2,0	4,0
Eau distillée	50	49	47,5	45	40	30

Limite de détection 0,05 mg/l

Appareil : Spectrophotomètre: modele DLS - 7

6)- Dosage des orthophosphates par colorimétrie  
(RODIER 1984)

PRINCIPE:



En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un complexe phospho-molybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue susceptible d'un dosage colorimétrique.

Certaines formes organiques pouvant être hydrolysées au cours de l'établissement de la coloration et donner des orthophosphates, le développement de la coloration est accélérée par l'utilisation d'un catalyseur, l'émétique, tartrate double d'antimoine et de potassium.

Réactifs :

- Solution d'acide sulfurique (d= 1,84) à 20 %
- Solution de molybdate d'ammonium à 40 g/l
- Acide ascorbique..... 5 g
- Eau distillée..... 100 ml
- Solution d'émétique  
     Tartrate double d'antimoine et de potassium 0,274 g  
     Eau distillée..... 100 ml

Réactif :

- Solution d'acide sulfurique..... 50 ml
- Solution de molybdate d'ammonium..... 15 ml
- Solution d'émétique..... 5 ml
- Eau distillée..... 100ml

- Solution mère étalon à 0,050 g/l de phosphore  
   Phosphate monopotassique dessécher au préalable
- à l'étude à 100°c ..... 219,7 mg
- eau distillée ..... 100 ml

Acidifier la solution par 1 ml d'acide sulfurique à 20 % avant d'ajouter le volume  
 Solution fille étalon à 1 mg/l de phosphore

Etablissement de la courbe d'étalonnage :

N° des fioles	T	I	II	III	IV	V
Solution étalon de phosphore 1 mg/l (ml)	0	1	5	10	15	20
Eau distillée (ml)	20	19	15	10	5	0
Correspondance en mg de phosphore	0	0,001	0,005	0,0100	0,015	0,020

Introduire dans chaque fiole 1 ml de solution d'acide ascorbique, agiter puis ajouter 4 ml de réactif, mélanger soigneusement, compléter éventuellement le volume à 25 ml. Attendre 30 mn la stabilisation de la coloration et effectuer les mesures au spectromètre à la longueur d'onde de 700 à 800 nm en cuve de 1 cm, construire la courbe d'étalonnage.

Mode opératoire :

Vérifier le PH de l'échantillon qui doit être de 7. l'ajuster si nécessaire. Introduire 20 ml d'eau dans une fiole jaugée de 25 ml, ajoutez 1 ml d'acide ascorbique puis poursuivre comme pour la courbe d'étalonnage, tenir compte de la valeur lue, pour le témoin se reporter à la courbe d'étalonnage.

Expression des résultats :

la courbe donne la teneur en phosphore, exprimé en mg pour la prise d'essai.

Limite de détection 0,001 mg/l

Appareil de mesure : Spectrophotomètre  
Model DLS - 7

7)- Détermination de la demande chimique en oxygène(D.C.O)  
(TARDATE 1984)

Définition :

La demande "chimique en oxygène" (D.C.O) est la quantité d'oxygène, exprimée en milligrammes, qui est consommée par les matières oxydables dans les conditions de l'essai, contenues dans 1 l d'eau.

Principes :

Oxydation par un excès de dichromate de potassium en milieu acide et à ébullition des matières oxydables, en présence de sulfate d'argent (rôle catalyseur) et de sulfate de mercure (complexant des chlorures).

Réactifs utilisés :

- Eau distillée
- Sulfate de mercure cristallisé
- Solution de sulfate d'argent (dissoudre 6,6 g de  $Ag_2 SO_4$  dans 1000 ml d' $H_2 SO_4$  pur)
- Solution de dichromate de potassium (0,25 N)
- Solution de sulfate de fer d'ammonium (0,25 N)
- Solution de Ferroïne (dissoudre 1,485 g de fenantroline et 0,695 g de sulfate de fer dans 100 ml d'eau distillée).



MODE OPERATOIRE :

Introduire 50 ml d'eau à analyser dans un ballon de 500ml, ou éventuellement, une même quantité de dilution. Ajouter 1 g de sulfate de mercure cristallisé et 5ml de solution sulfurique de sulfate d'Ag. Chauffer si nécessaire jusqu'à parfaite dissolution. Ajouter 25 ml de solution de dichromate de potassium 0,25 N et 70 ml de solution sulfurique de sulfate d'Ag. Porter à ébullition pendant deux heures sous réfrigérant à reflux adapté au ballon. Laisser refroidir, diluer à 350 ml avec de l'eau distillée. Ajouter quelques gouttes de solution de Ferroïne. Déterminer la quantité nécessaire de solution de sulfate de fer et d'ammonium pour obtenir le virage au rouge violacé. Procéder aux mêmes opérations sur 50 ml d'eau distillée.

EXPRESSION DES RESULTATS :

La DCO exprimée en mg d'oxygène / l est égale à :

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

V<sub>0</sub> - Volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire au dosage (ml)

V<sub>1</sub> - Volume de sulfate de fer et d'ammonium nécessaire à l'essai à blanc (ml)

T - Titre de la solution de sulfate de fer et d'ammonium

V - Volume de la prise d'essai (ml)

8)- DETERMINATION DE LA DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE

D.B.O.5 :

La demande biochimique en oxygène est définie comme la quantité d'oxygène consommée dans les conditions de l'essai, c'est à dire une incubation pendant cinq jours dans l'obscurité et à une température de 20°C. La consommation d'oxygène est due à l'oxydation de la matière organique par les micro organismes présents dans l'échantillon.

PRINCIPES :

Les échantillons à analyser sont mis dans des bouteilles, et soumis à une agitation à l'aide d'agitateurs magnétiques. On introduit deux gouttes de KOH dans le bouchon en caoutchoucs de chaque bouteille, ce dernier va absorber le CO<sub>2</sub> dégagé par les micro organismes. La consommation de l'oxygène se traduit par une hauteur de mercure au niveau du manomètre incorporé à la bouteille contenant l'échantillon à analyser.

La D.B.O 5 est donnée par la relation suivante :

D.B.O = Hauteur de mercure x facteur de correction.

9)- DOSAGE DE L'AZOTE AMMONIACAL : (TARDATE 1984)

Méthode colorimétrique de NESSLER.

PRINCIPE :

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

REACTIFS :

- Eau distillée exempte d'ion ammonium
- Réactif de NESSLER : Dissoudre 3,55 g de bichlorure de mercure dans 100 ml d'eau distillée, ajouter 63 g d'iodure de potassium. Agiter jusqu'à dissolution complète et compléter à un litre, ajouter 300 ml d'une solution de lessive de soude pure (  $d = 1,336$  )
- Solution mère étalon d'azote ( 1g/l ) : dissoudre 3,82g d' $\text{NH}_4 \text{Cl}$  dans un litre d'eau.
- Solution fille d'azote (0,01 N/l)

ETABLISSEMENT DE LA COURBE D'ETALONNAGE

Dans une série de fioles jaugées de 50 ml numérotées, introduire successivement en agitant après chaque addition.

Numéro de la fiole	T	I	II	III	IV	V	VI
Solution étalon d'azote(ml)	0	0,2	0,5	1	2	4	6
correspondance en mg d'azote	0	0,002	0,005	0,01	0,02	0,04	0,06
Eau distillée (ml)	50	49,8	49,5	49	48	46	44
Réactif de NESSLER ( ml )	2	2	2	2	2	2	2

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

MODE OPERATOIRE:

Ajuster le volume du distillant à 250 ml et introduire 50 ml dans une fiole jaugée. Ajouter 2 ml de réactif de NESSLER au repos pendant 10 mn. Effectuer les lectures au spectromètre à la longueur d'onde de 425 nm en tenant compte



de la valeur lue pour le témoin. Se reporter à la courbe d'étalonnage.

Limite de détection 0,001 mg/l

Appareillage : spectrophotomètre : model : DLS - 7

10)- DOSAGE DES CHLORURES : (RODIER 1984)

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

REACTIFS :

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

MODE OPERATOIRE :

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

EXPRESSION DES RESULTATS :

Pour une prise d'essai de 100 ml, la teneur en chlorures exprimée en mg cl<sup>-</sup>/l est donnée par la relation :

$$Cl = V \times 35,5$$

Cette méthode est applicable pour des teneurs en chlorures supérieur à 30 mg/l ( en cl<sup>-</sup>)

11) DETERMINATION DES MATIERES EN SUSPENSION (MES) ET DES MATIERES VOLATILES SECHES (MVS).( RODIER 1984)

Dans une capsule en porcelaine, on prélève un volume V connu de l'échantillon d'eau à analyser (ml) puis on la porte à l'étuve pendant deux heures sous une température de 105°C. Après refroidissement dans un dessiccateur ou la pèse soit M1 la masse (mg) de la capsule après utilisation et M0 (mg) la masse avant utilisation.

La teneur de l'échantillon en MES est donnée par l'expression suivante :

$$\text{MES (mg/l)} = \frac{M_1 - M_0}{V} \times 1000$$

La même capsule est portée à une température de  $525 \pm 25^\circ\text{C}$  dans un four jusqu'à poids constant (calcination). Une fois la capsule est refroidie puis pesée, soit X le poids de l'extrait sec à  $100^\circ\text{C}$ , et X' le poids du résidu après calcination qui est la fraction dite minérale dans la prise d'essai.

X - X' représente le poids de la fraction dite organique dans la prise d'essai (MVS).

#### 12)- DOSAGE DES NITRATES

Les nitrates sont réduits à travers une colonne de cadmium en nitrites qui sont dosés colorimétriquement (RODIER 1984).

#### 13)- DOSAGE DES NITRITES :

L'acide sulfanilique en milieu chlorhydrique en présence d'ion ammonium et de phénol, forme avec les ions  $\text{NO}_2^-$ , un complexe coloré jaune dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en nitrites (RODIER 1984).

#### 14)- DOSAGE DES SILICATES :

En milieu acide et en présence de molybdate d'ammonium, la silice donne un complexe, qui réduit par l'acide oxalique développe une coloration jaune susceptible d'un dosage colorimétrique à  $\lambda = 410 \text{ nm}$  (TARDATE, 1984).

#### 15)- DOSAGE DES SULFATES PAR NEPHELOMETRIE:

Les ions  $\text{SO}_4^{--}$  sont précipités à l'état de sulfate de baryum, le mélange présente une turbidité mesurable à une longueur  $\lambda = 420 \text{ nm}$  (RODIER, 1984).



