

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

BADJI MOKHTAR ANNABA UNIVERSITY  
UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR ANNABA



جامعة باجي مختار

**Faculté des Sciences**

**Département de Chimie**

**THESE**

Présentée pour l'obtention du titre de

**DOCTEUR D'ETAT**

2006



**TRAITEMENT DES EAUX DE REJET  
D'UNE RAFFINERIE -REGION DE BEJAIA  
ET VALORISATION DE DECHETS OLEICOLES**

*Option : Chimie et Environnement*

*Par*

**Mr MIZI Abdelkader**

**Directeur de Thèse :** Mr GHEID Abdelhak Pr. C.U. Souk-Ahras

**Devant le jury suivant :**

**Président :** Mr SAMAR El hadi Pr. U. Badji Mokhtar Annaba

**Examineurs :** M.M. SOLTANE Mahmoud M.C. C.U. El Tarf

DEKHIL Saad M.C. U. 20 Aout Skikda

ABDERRAHMEN Sihem M.C. U. Badji Mokhtar Annaba

Les travaux présentés dans ce manuscrit ont été réalisés au Laboratoire de Chimie Bioorganique et Organique Physique (UMR 7573) de l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Paris. Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Mr Claude Largeau pour m'avoir accueilli dans son laboratoire et d'avoir accepté de diriger mon travail de recherche.

Au cours de ces années de thèse j'étais encadré par Monsieur Pierre Metzger, Ingénieur de recherche au CNRS. Qu'il trouve ici l'expression de ma plus vive gratitude pour ses conseils scientifiques, sa disponibilité et pour l'amélioration de la rédaction de ce rapport.

Je remercie vivement Monsieur le Professeur Alain Saliot, Monsieur le Professeur Jean-Claude Bertrand, Monsieur le Professeur Pierre Doumenq et Monsieur Jean Guezennec d'avoir accepté de juger ce travail.

J'exprime toute ma reconnaissance à toutes les personnes qui à un moment ou un autre, se sont intéressées à mes recherches. Parmi celles-ci je cite notamment tout le personnel du Laboratoire de Chimie Bioorganique et Organique Physique à l'ENSCP: Béatrice Allard, Odile Largeau, Yves Pouet, Joëlle Templier et Sylvie Derenne; du Laboratoire d'Océanographie de Marseille, particulièrement Monique Acquaviva qui m'a initié aux cultures des bactéries sur hydrocarbures.

Enfin, un grand merci à tous mes collègues du Laboratoire de Chimie Bioorganique et Organique physique à l'ENSCP pour l'ambiance sympathique qu'ils ont su créer tout au long de ces années de thèse.

à toute ma famille

à Anne-lise

à tous mes amis

En premier lieu, je remercie mon directeur de thèse, M. René Moletta, pour son soutien inconditionnel qui a permis la réalisation de ce travail dans les meilleures conditions. Je tiens aussi à remercier M. Francis Sévila de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier pour m'avoir permis d'effectuer ma thèse dans cet établissement.

Merci à M Jean-Philippe Delgenès, directeur du Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement (LBE) pour m'avoir accueilli au sein du laboratoire, ainsi qu'à MM. Jean-Jacques Godon et Michel Torrijos, respectivement responsables de l'équipe d'écologie microbienne et de transfert de technologie du LBE, pour m'avoir assuré des conditions de travail exemplaires et pour leur disponibilité. Je suis également très reconnaissant aux stagiaires qui ont travaillé à mes côtés : Mlle Delphine Doucède et M. Samuel Quentin. Plus généralement, merci à tout le personnel du LBE, titulaire et non titulaire, pour son aide précieuse.

Je remercie M. Laurent Bruckler, chef du département Environnement et Agronomie de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), pour son implication particulière qui a rendu possible ce travail de thèse réalisé à la fois en Inde et en France. Un immense merci également au service des relations internationales de l'INRA et tout particulièrement à son secrétaire général, M. Roberto Bacilieri, pour son aide et soutien constants avant, lors de et après mon séjour en Inde.

Merci à l'Ambassade de France à New Delhi, et tout particulièrement M. Pascal Chossat et Mme Marie-France Gonnord, pour avoir permis la concrétisation de ce projet de recherche en collaboration franco-indienne. Bien évidemment, un immense merci à MM. Samuel Elmaleh et Bruno Rouot, attachés scientifiques à l'ambassade de France à Bangalore pour leur soutien inconditionnel au projet de recherche. Enfin, merci à M. Antoine Pharamond du Consulat de France à Pondicherry pour sa participation dans la gestion administrative de mon séjour en Inde.

Je tiens à exprimer ma gratitude aux membres du jury : MM. Pierre Caumette, de

l'Université de Pau, Alain Grasmick, de l'Université de Montpellier et Etienne Paul, de l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse pour avoir jugé ce travail.

## REMERCIEMENTS

Ce travail de thèse a été réalisé au Laboratoire des Sciences de l'Eau et de l'Environnement (LSEE), il a pu être mené à bien grâce au support financier de la région Limousin. Il a été dirigé par le Professeur Michel Baudu et par le Docteur Gilles Guibaud.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur le Professeur Michel Baudu, Directeur du LSEE pour la confiance qu'il m'a accordé en m'accueillant au sein de son laboratoire, pour les conseils qu'il m'a prodigué tout au long de la réalisation de ces travaux de thèse, tout en me laissant suffisamment de latitude dans la conduite de mon travail.

Je tiens aussi à remercier vivement Monsieur Gilles Guibaud pour sa permanente disponibilité, la pertinence et la qualité de ses conseils et avis sur les travaux que j'ai pu mener.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur le Professeur Roche et Monsieur le Directeur de recherche Piet Lens qui m'ont fait l'honneur d'accepter d'être rapporteurs de ces travaux et à Messieurs Duchène, qui a accepté d'être Président du jury de thèse, ainsi qu'à Monsieur Dagot, examinateur lors de la présentation de ces travaux.

Je remercie également l'ensemble du personnel du laboratoire (étudiants, enseignants, chercheurs, techniciens, secrétaires) que j'ai pu côtoyer durant ces quatre années passées au Laboratoire pour leur bonne humeur et leurs compétences.

## BOUES ACTIVEES : BIOFLOCCULATION ET STRUCTURE DES FLOCS.

**Le traitement des eaux usées par boues activées est le procédé biologique le plus communément** utilisé, le bon fonctionnement de ce type de procédé est conditionné en large partie par l'aptitude à la séparation entre la boue et l'eau traitée (Jenkins *et al.* 1986). Même si une approche microbiologique des phénomènes de floculation est primordiale dans la conduite du procédé de traitement des eaux par boues activées, elle s'avère insuffisante pour caractériser de façon complète les propriétés des boues. Ainsi, la détermination des caractéristiques physiques des floccs fournit des informations complémentaires revêtant une grande importance dans la compréhension des phénomènes hydrodynamiques régissant la séparation entre l'effluent et l'eau traitée (Andreadakis 1993). Ces deux approches sont étroitement liées et leur considération conjointe semble indispensable pour témoigner de l'état de floculation des boues.

L'étude de la structure des floccs et la modélisation des phénomènes de floculation permettent de mieux appréhender le comportement physique des floccs et peuvent par conséquent fournir des données intéressantes quant à la qualité de la boue. Les techniques utilisées pour cette caractérisation demeurent des techniques de laboratoire assez lourdes, leur mise en oeuvre peut se révéler délicate. Il est de surcroît difficile d'intégrer tous les paramètres jouant un rôle dans la construction des floccs pour modéliser ou décrire leur structure. De plus, outre des phénomènes purement physiques impliqués dans le processus de floculation, la composition biochimique des floccs et la variation des conditions environnementales du milieu dans lequel ils évoluent jouent un rôle prépondérant dans leur constitution et s'expriment à travers la notion de biofloculation.

Pour un même procédé de traitement, la multitude de paramètres physico-chimiques

susceptibles de varier et d' avoir une influence sur l' état de floculation des boues activées rend difficile la maîtrise continue d' une floculation optimale des boues activées. La définition de techniques de mesures et de paramètres permettant de fournir des informations instantanées sur la qualité des boues peut donc se révéler utile dans la mesure où elles sont sensibles à des variations de conditions environnementales.

Cette étude se propose d' évaluer le potentiel d' informations délivré par des mesures rhéologiques en vue de la caractérisation de suspensions de boues activées, elle se décompose en trois parties.

9

La première partie (partie A) consiste en une synthèse bibliographique, les trois chapitres la composant présentent pour le premier, des éléments concernant la composition et la structure des floccs de boues activées, le second est dédié à la présentation d' éléments théoriques sur la rhéologie et le dernier propose une synthèse de la littérature concernant spécifiquement la rhéologie des boues.

### Rôle des propriétés de surface.

La charge de surface portée par les floccs et par les particules de boue, sur la base de la théorie DLVO (Derjaguin, Landau, Verwey, Overbeek), est considérée comme primordiale dans la détermination de la stabilité des floccs. La théorie DLVO a été initialement développée sur des colloïdes, elle décrit l' énergie d' interaction totale entre particules comme résultant de la somme d' un terme répulsif (répulsions électrostatiques entre charges de même signe) et d' un terme attractif (forces attractives de type Van Der Waals) (figure 1).

*Figure 1 : Représentation de la théorie DLVO.*

La théorie de la double couche décrit les particules chargées comme étant constituées d' une double couche de contre-ions les entourant. La première couche (dite couche de Stern) est composée d' une couche d' ions étroitement associée, la seconde couche (dite couche diffuse) étant composée de contre-ions moins étroitement associés. La concentration en ions dans la couche diffuse décroît avec la distance par rapport à la particule, jusqu' à ce qu' elle atteigne celle de la solution de la suspension. Quand deux particules s' approchent suffisamment

1 Répulsion électrostatique

2 Attraction de type

Van der Waals

Effet combiné

de 1 et 2

Energie d' interaction

Répulsion Attraction

Barrière

d' énergie

distance

23

pour qu' il y ait interpénétration de leurs double couche, les ions sont confinés et leur concentration augmente localement. Une différence de potentiel osmotique d' origine entropique s' établit entre le milieu et la zone d' approche provoquant la répulsion de particules et peut donc inhiber les phénomènes d' agrégation. Cette théorie peut être extrapolée aux floccs de boues activées ainsi qu' aux particules primaires les composant. Les floccs sont des particules dont la surface porte des charges négatives. Les phénomènes à même de contribuer à diminuer les forces de répulsions entre floccs peuvent donc promouvoir l' agrégation des particules de boues. Il peut s' agir de phénomènes tels une augmentation de la force ionique ou

bien une diminution du pH.

Certaines études se sont attachées à mettre en relation charge de surface et aptitude à la décantation (Forster 1968 ; Magara *et al.* 1976 ; Steiner *et al.* 1976). Pavoni *et al.* (1972) montrent en réacteur discontinu, que la réduction de la charge de surface n'est pas garante d'une meilleure floculation. Zita et Hermansson (1994) et Mikkelsen *et al.* (1996) montrent que la nature des forces d'interaction électrostatique est importante dans la détermination de la floculation et de la stabilité des floccs. Zita et Hermansson (1994) observent de surcroît que la théorie DLVO n'est valide que pour des conditions de faible force ionique et qu'une valeur de force ionique supérieure à 0,1 M entraîne une défloculation.

D'autres études mettent en avant le rôle joué par d'autres types de forces dans les phénomènes de biofloculation. Les interactions hydrophobes peuvent jouer un rôle important dans la formation des floccs (Urbain *et al.* 1993 ; Jorand *et al.* 1994 ; Zita et Hermansson 1997). Ainsi, Zita et Hermansson, (1997) observent une forte corrélation entre l'hydrophobicité de cellules et leur degré de liaison aux floccs de boues activées. Jorand *et al.* (1998) indique que les PEC possèdent à la fois des propriétés hydrophobes et des propriétés hydrophiles. Liao *et al.* (2001) montrent que parmi les propriétés de surface, ce sont la charge de surface, l'hydrophobicité et la composition des PEC des boues, plus que la quantité totale des PEC, qui gouvernent le phénomène de floculation. Ainsi, ils montrent une forte corrélation entre les ratios protéines/polysaccharides et protéines/(polysaccharides + ADN) et d'une part, le caractère hydrophobe et d'autre part, la charge de surface des boues. Ils prouvent par là l'importance de la composition des boues et plus particulièrement de celle des PEC dans la détermination des propriétés de surface et donc d'agrégation des floccs de boues. Wilen *et al.* (2003) observent une corrélation significative entre l'aptitude à la floculation de la boue et son caractère hydrophobe.

Liao *et al.* (2002) évoquent aussi l'importance des liaisons hydrogène dans la stabilité des floccs, l'ajout d'urée à des boues conduisant à une stabilité moindre des floccs du fait de la rupture de liaisons hydrogène entre PEC.

#### II.4 Conclusion sur la biofloculation.

La biofloculation est un phénomène complexe mettant en jeu de nombreux mécanismes interactionnels entre les divers constituants des boues, il est donc difficile de tirer des conclusions quant à l'influence d'un seul paramètre sans considérer l'évolution ou le rôle des autres paramètres. Tous les auteurs s'accordent à souligner que les PEC jouent un rôle important dans le processus de biofloculation des boues activées et plus particulièrement les groupements fonctionnels chargés portés par ceux-ci se révèlent primordiaux dans le processus de floculation. La composition des PEC, tout autant que leur quantité semble être un élément majeur dans la détermination de l'aptitude à la floculation des boues. Les protéines et les polysaccharides semblent être les groupements fonctionnels ayant le plus d'influence sur la floculation. Les cations, de par les possibilités de pontage qu'ils offrent avec les polymères facilitent aussi la floculation, ceci est vrai essentiellement pour les cations divalents et en ne dépassant pas certains teneurs. La charge de surface portée par les floccs détermine en grande partie le comportement et l'aptitude à la floculation des floccs de boue, les PEC intervenant largement dans la détermination des propriétés de surface de la boue.

# AVANT PROPOS

Les travaux présentés dans ce manuscrit ont été réalisés au Laboratoire de Chimie de L'Université Badji Mokhtar Annaba

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Mr GHEID Abdelhak Professeur au Centre Universitaire de Souk-Ahras pour avoir accepté de diriger mon travail de recherche , pour ses conseils scientifiques, sa disponibilité et pour l'amélioration de la rédaction de ce rapport. Son attention discrète, ses recommandations mesurées et la totale autonomie qu'il m'a donnée, m'ont permis, à force de persévérance et d'opiniâtreté, de mener à bien ces recherches.

Je remercie vivement Monsieur le Professeur SAMAR Elhadi du département de génie Chimique de l'Université Badji Mokhtar pour avoir accepté de présider le jury de ma thèse.

Mes remerciements vont aussi à Madame ABDERRAHMEN Sihem Maître de conférences à l'université Badji Mokhtar pour avoir sacrifier un peu de ses vacances estivales pour juger ce travail.

J'exprime toutes mes reconnaissances à Messieurs DEKHIL Saad Maître de conférences à l'université de Skikda et SOLTANE Mahmoud Maître de conférences au Centre Universitaire d'El Tarf pour avoir prient un peu de leur temps précieux ,examiner ma thèse et apporter leur jugement pertinent

Je remercie tous les stagiaires oh !! combien est longue la liste de ceux que j'ai encadrés pour les mémoires de DEUA et qui ont contribué à ce travail

Mes remerciements vont aussi aux membres de l'équipe du Laboratoire Biochimique et Analytique sous la direction du Professeur Bernard Roux de l'Université Lyon I qui m'ont chaleureusement accueillis, en particulier :

Jean Paul Rieu Professeur Lab. Physique des matériaux et Elisabeth Charlaix, qui m'ont permis de réaliser la synthèse du polymère ainsi que tous les permanents et étudiants que j'ai rencontrés. Un Grand merci.

Une thèse est quelquefois jalonnée de doute et d'errance. Merci à tous ceux qui m'ont apporté

leur aide, soit en m'ouvrant les portes de leurs laboratoires (L'équipe du Professeur Abdelhafid DJEROUROU,) soit un gentil mot d'encouragement comme le fait si bien le Professeur Messaoud LIYACHA, merci.

J'exprime toute ma reconnaissance à toutes les personnes qui à un moment ou un autre, se sont intéressées à mes recherches, surtout MIZI Mohamed pour tout l'aide qui m'a porté et l'encouragement merci beaucoup Frère.

À tous mes amis un grand merci

	<u>Page</u>
<b>Abstract.....</b>	<b>1</b>
<b>Résumé:.....</b>	<b>2</b>
<b>PREAMBULE.....</b>	<b>3</b>
<b>PROBLEMATIQUE.....</b>	<b>3</b>
<b>1 – INDUSTRIALISATION.....</b>	<b>4</b>
<b>2 -LISTE DES SYMBOLES ET ABREVEATION.....</b>	<b>9</b>
<b>LEXIQUE.....</b>	<b>10</b>
<b>CHAPITRE I.....</b>	<b>15</b>
<b>ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....</b>	<b>16</b>
<b>I - 1 INTRODUCTION.....</b>	<b>17</b>
<b>I – 2 Propriétés et pollution des eaux.....</b>	<b>18</b>
<b>2. Différentes propriétés de l'eau.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Propriétés physiques.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.2 La masse volumique.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.2 La masse volumique.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.4 La tension superficielle .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.5 La conductivité électrique.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Propriétés chimiques de l'eau.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 Propriétés biologiques de l'eau.....</b>	<b>19</b>
<b>3. Ressources hydriques naturelles.....</b>	<b>20</b>

<b>3.1 Eaux superficielles .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Eaux souterraines.....</b>	<b>21</b>
<b>3.3 Dessalement de l'eau de mer.....</b>	<b>22</b>
<b>4. pollution de l'eau.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1 Sources des polluants.....</b>	<b>22</b>
<b>4.1.1 Effluents urbains.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1-1.1. Eau de ruissellement.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.12. Eaux domestiques.....</b>	<b>23</b>
<b>4.1.1.3. Eaux de petites industries (artisanales).....</b>	<b>24</b>
<b>4.1.2 Effluents agricoles.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1.3 Effluents industriels.....</b>	<b>25</b>
<b>1-Eaux à caractère minéral dominant .....</b>	<b>25</b>
<b>2-Eaux à caractère organique dominant .....</b>	<b>25</b>
<b>3-Eaux à caractère mixte .....</b>	<b>26</b>
<b>4.2 Les principaux polluants.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.1 Polluants physiques.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.1.1. Les éléments grossiers.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.1.2. Les sables.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.1.3 .Les matières en suspension.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.2 Polluants chimiques.....</b>	<b>28</b>
<b>4.2.2.1. Pollution chimique minérale.....</b>	<b>28</b>
<b>1-La température .....</b>	<b>28</b>
<b>2-Le PH .....</b>	<b>28</b>
<b>3-Les sels .....</b>	<b>29</b>
<b>4.2.2.2. Pollution chimique organique.....</b>	<b>29</b>
<b>1- les hydrocarbures.....</b>	<b>29</b>
<b>2-les huiles et graisses.....</b>	<b>30</b>

3- les pesticides.....	30
4-les phénols .....	30
5- Les détergents .....	30
4.2.3 Polluants microbiologiques.....	33
4.3 Paramètres d'étude d'une pollution.....	33
4.3.1 Paramètres physiques.....	33
4.3.1.1. Matières en suspension.....	33
1- Les matières décantables.....	33
2- Les matières colloïdales .....	33
4.3.1.2 PH.....	34
4.3.1.3 Température.....	34
4.3.1.4 Couleur.....	34
4.3.2 Les paramètres chimiques.....	34
4.3.2.1 Demande chimique en oxygène (DCO) – Oxydabilité.....	34
4.3.2.2 Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	35
4.3.2.3 Azote global.....	37
4.3.2.4 Phosphore global.....	37
4.3.2.5 Hydrocarbures.....	38
4.3.3. Autres paramètres.....	39
4.3.3.1 Alcalinité.....	39
4.3.3.2 Turbidité.....	40

4.3.3.3 Résistivité électrique.....	40
4.3.3.4 Matières sèches.....	40
1- Le résidu sec à 100-105 °C.....	40
2-Le résidu sec à 175-185°C.....	41
4.2.3.5 Micro-polluants.....	41
4.2.3.6 Carbone organique total (COT).....	42
4.4 Influence de la pollution sur l'environnement.....	44
4.4.1 Température.....	44
4.4.2 pH.....	44
4.4.3 Turbidité.....	45
4.4.4 Consommation d'oxygène.....	45
4.4.5 Azote.....	46
4.4.6 Phosphore.....	47
4.4.7 Hydrocarbures.....	48
4.4.7.1 influence des hydrocarbures sur les biocénoses.....	50
4.4.7.2 Effets des hydrocarbures sur les organismes planctoniques.....	50
4.4.7.2.1 Effets des hydrocarbures sur les plantes marines.....	51
4.4.7.2.2 Effets des hydrocarbures sur les poissons .....	51

<b>CHAPITRE II.....</b>	<b>63</b>
<b>PRESENTATION DE LA REGION ETUDIE.....</b>	<b>64</b>
1- Situation géographique .....	65
2 - Climat .....	66
3 - Hydrographie .....	66
4 - Hydraulique .....	67
5 - Industrie .....	68
6- Zone Côtière .....	69
<b>CHAPITRE III.....</b>	<b>70</b>
<b>GENERALITE SUR LA POLLUTION MARINE.....</b>	<b>71</b>
1. Historique .....	72
2. Définition de la pollution .....	72
3 - Facteurs Déterminants la pollution de l'eau de mer .....	75
4. Origine des eaux résiduaires .....	75
4.1. Eaux de centrifugation.....	75
4.2 Eaux de désodorisation .....	76
4.3. Eaux de traitements des sous-produits.....	76
4.4. Eaux de lavage des sols .....	76
4.5. Répercussions de la pollution organique .....	76
4.5.1. Pollution organique .....	76
4.- La température .....	77
6- La salinité .....	78
7- Le pH .....	78
8- L'oxygène dissous .....	78
9- Les effluents industriels.....	78
10- Paramètres spécifiques de pollution.....	79
11- Procèdes de traitement des eaux .....	79
11. 1. Les traitements biologiques .....	80
a. Les boues activités .....	80
b- Les lits bactériens .....	81

<b>c- Le lagunage .....</b>	<b>81</b>
<b>11. 2. Les traitements Physico-chimiques .....</b>	<b>81</b>
a. La floculation .....	81
b. La flottation et l'électro - flottation .....	81
c. Décantation .....	82
d. Coagulation – Floculation .....	83
d.1 Les flocculants .....	83
d. 2 Sels d'aluminium.....	83
<b>12 - L'Olivier.....</b>	<b>86</b>
12 - 1 Généralités.....	87
12. 2 Classification botanique.....	87
a) L'oléastre .....	87
b) L'olivier cultivé.....	87
12 - 3 Origine, Distribution et Production.....	88
12- 3. 1 Origine.....	88
12.3.2 Distribution et production dans le Monde.....	89
12. 3. 2. 1 Distribution géographique.....	89
12.3. 2. 2 Distribution et production mondiale en huile d'olive.....	90
13. L'oléiculture en Algérie.....	91
13.1 Nature des plantations oléicoles Algériennes.....	92
13. 2 Composition variétale du verger national.....	92
<b>14. L'élaboration de l'huile d'olive .....</b>	<b>94</b>
14.1 Étapes de fabrication.....	95
14.1.1 Période de Récolte.....	95
14.1. 2 Lavage, Broyage, Malaxage.....	95
14.1. 3 L'extraction de l'huile d'olive .....	95
14.2 Les Systèmes d'extraction de l'huile d'olive existants.....	95
14.2.1 Comparaison des systèmes d'extraction .....	97
14.2.1.1 Productions aqueuses .....	98

14.2.1.2 Quantités des sous-produits selon le système.....	98
Les sous-produits oléicoles .....	99
14.4 Caractéristiques physico-chimiques des Margines, grignons....	100
15. La problématique des déchets oléicoles margines et solides.....	102
15.1 La pollution par les déchets oléicoles.....	103
15.1.1 La pollution des sols .....	103
15.1.2 La pollution des eaux .....	104
15.1.3 Les techniques de traitement d'épuration existantes ou en développement.....	104
15.1.3.1 Installations à évaporation naturelle.....	105
15.1.3.2 Elimination par lagunage .....	105
15.1.3.3 Installations de concentration thermique avec et sans récupération thermique .....	105
15.1.3.4 Installations biologiques et microbiologiques.....	105
15.1.3.5 Traitement des margines par électrocoagulation et bio méthanisation .....	106
15.1.3.6 Traitement électrochimique des Margines.....	106
15.1.3.7 Exemple de station pilote de traitement biologique des margines (Tunisie).....	107
16. La valorisation des sous-produits oléicoles .....	108
16.1 La valorisation des sous-produits oléicoles .....	108
16.2 Valorisation des margines .....	108
16.2.1 Fertilisation des sols agricoles .....	108
16.2.2 La récupération de quelques composants.....	109
16.2.3 l'utilisation des margines sur les cultures.....	110
<b>CHAPITRE IV – EXPERIMENTATION</b>	
A - MATERUIEL ET METHODE.....	111
1. Mode et fréquences d'échantillonnage .....	112
2. Détermination des paramètre analytiques et méthodes.....	114
3. Traitement par coagulation – décantation .....	114

4. Caractérisation qualitative et quantitative .....	115
4.1. Charge en éléments polluants de l'effluent de la raffinerie de Bejaia .....	116
B – DISCUSSION DES RESULTATS.....	117
1. Effet du à la durée d'agitation .....	125
2. Devenir des boues physico – chimiques produite.....	127
3- Analyse statistique des données expérimentales .....	129
4. Mesure des matières en suspension.....	129
4 -1 Principe de la méthode .....	129
4 -2 Principe de la méthode de renforcement.....	130
4.2.1 Filtration .....	130
4.2.2 Séchage et posée des filtres .....	130
4 – 3 Calcul et expression des résultats .....	130
4 – 4 Dosage Au Phosphore Minéral Dissous .....	131
4.4.1 Flaconnage .....	132
4.4.2 Echantillonnage .....	132
4.4.3 Appareillage .....	132
4.4.4 Réactifs : a- Solution de molybdate d'ammonium .....	132
b- Acide sulfurique 2.5 mol.l <sup>-1</sup> .....	132
c- Solution d'acide ascorbique .....	132
d- Solution d'oxotartrate de potassium et d'antimoine ..	133
e- Mélange réactif .....	133
f- Solution étalon primaire de phosphate .....	133
g- Solution étalon secondaire de phosphate .....	133
4.4.5 Mode opératoire .....	133
4.4.6 Etalonnage .....	133
4.4.7 Calcul et expressions des résultats .....	134
4 – 5 Dosage de l'azote total (organique + ammoniacal).....	136
4.5.1 Réactifs .....	136
4.5.2 Préparation .....	136

4.5.3 Mode opératoire .....	136
4.5.4 Détermination de la DBO <sub>5</sub> .....	137
4.5.5 Dosage du glycérol.....	138
a. Principe .....	138
b. Défécation .....	138
c. Dosage du glycérol par l'acide périodique .....	139
d. Solution d'acide perliodique N/50.....	139
e. Solution déci normale d'acide arsénieux .....	139
f. Mode opératoire .....	139
g. Dosage témoin.....	139
h. Dosage de la solution du glycérol.....	140
5- Dosage Des Chlorures Par La Méthode De Mohr.....	140
5.1 Principe .....	140
a. Réactifs .....	140
b. Mode opératoire.....	140
c. Calcul .....	140
5– Essai d'élaboration du matériau glucidique.....	140
Matériel et méthode.....	142
1. Origine de l'échantillon.....	142
2. Préparation des échantillons .....	142
3. Séparation pulpe-noyau.....	142
Partie expérimentale.....	142
Analyse .....	146
1. Analyse qualitative.....	146
2. Analyse quantitative.....	146
3. Conclusion de la synthèse du saccharide.....	146

<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>147</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>150</b>
<b>ANNEXE .....</b>	<b>163</b>

## **Abstract**

The analysis of raw effluent rejected by the industry of fate corps situated in Bejaia region, revealed that the liquid reject is highly charged by organic materials, expressed in terms of oxygen demand ((meddle DCO 6140 mg/L  $\pm 10\%$ ) in total N<sub>2</sub> by khedjal method (meddle N-NTK 147 mg /L  $\pm 10\%$ ), in total phosphorus (meddle P- PT 5210 mg/L  $\pm 10\%$ ) and in chlorus (meddle Cl 5210 mg/L  $\pm 10 \%$ ).

By treating this effluent by coagulation flocculation with the aid of two coagulants, (Al<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and FeCl<sub>3</sub>) tough insufficient for organic pollutants and azoted were the abetment is not more of 39 % m permitted the reduction the suspended materials from 93 % and total phosphorus to 88 % by Alum with the respect of the Law of the effluent rejects. An Action conjugated with precedent treatments, will be necessary to improve the treatment.

Olive-growing industry produces each year of the significant quantities of under products of very commercial low value. These by-products considered for a long time waste agricultural and given up in the nature are actually rich in cellulose which can be used for materials of the plastics type by an esterification of this waste actived in acid medium in the presence of chlorides saturated fatty acids or not saturated.

Key words : Pollution - flocculation – industriel rejets – Caractérisation – Coagulation – Décantation - waste – cellulose – esterification – polymers.

**Résumé:**

L'analyse de l'effluent brut rejeté par l'industrie des corps gras, située dans la région de BEJAIA, a révélé que ce rejet liquide est très chargé en matière organique, exprimée en terme de demande chimique en oxygène (DCO moyen  $6140\text{mg}\cdot\text{L}^{-1} \pm 10\%$ ) en azote total khedjal (N-NTK moyen  $147\text{mg}\cdot\text{L}^{-1} \pm 10\%$ ) en phosphore total (P-PT moyen  $5210\text{mg}\cdot\text{L}^{-1} \pm 10\%$ ) et en chlorure ( $\text{Cl}^-$  moyen  $5120\text{mg}\cdot\text{L}^{-1} \pm 10\%$ ).

En traitant cet effluent par coagulation – décantation, par l'intermédiaire de deux coagulant a savoir (le sulfate d'aluminium et le chlorure ferrique), quoique insuffisant vis-à-vis de la pollution organique et azotée dont le taux d'abattement optimal ne dépasse pas les 39%, a permis de réduire la matière en suspension de 93% et le phosphore totale de 88% par la chaux tout en respectant le décret n°93 – 160 du 10/07/93 relatif au rejets des effluents liquides pour ces deux paramètres. Une action conjuguée (traitement coagulant – décantation et traitement biologique) serait nécessaire pour l'amélioration de ce traitement.

L'industrie oléicole laisse chaque année des quantités importantes de sous-produits de très faible valeur marchande. Ces sous-produits considérés pour longtemps comme déchets agricoles et abandonnés dans la nature sont en réalité riche en cellulose qui peuvent servir à des matériaux de type plastique par estérification activée en milieu acide en présence des chlorures d'acides gras saturés ou non saturé.

**Mot clés :** Pollution - floculation - rejets industriels – Caractérisation – Coagulation – Décantation – Déchets d'olive – Cellulose – Esterification - Polymères.

# PREAMBULE

Les questions relatives à la protection de l'environnement et au développement durable finiront-elles par avoir, aux yeux de chacun, l'importance qu'elles requièrent aujourd'hui ?

Il ne faut pas le souhaiter, mais s'attacher avec détermination : ce n'est pas trop dire que d'avancer notre avenir est désormais fonction de l'attention et des soins que nous apporterons à la préservation de notre environnement, aujourd'hui agressé de façon multiforme.

La pollution, la détérioration du cadre de vie, les atteintes aux écosystèmes ne sont pas des périls, mais des réalités tangibles et le plus grand de tous les dangers, c'est qu'elles deviennent banales, c'est à dire accepter, le consentement par fatalité est le pire des irrésolutions et il peut arriver que, devant l'ampleur des problèmes à résoudre, l'on soit enclin à une sorte de démission par incapacité ou par ignorance.

C'est pour cela qu'il nous faut vite promouvoir une autre politique, appliquer un autre programme et modifier nos comportements.

**Mais au préalable, il faut expliquer l'état de notre environnement pour prendre conscience de la gravité de la crise environnementale**

## PROBLEMATIQUE

### ENVIRONNEMENT DEVELOPPEMENT EN ALGERIE

Nous vivons dans un environnement fortement dégradé.

- Identifier les causes profondes de cette dégradation.
- établir un diagnostic sur un territoire aussi vaste et diversifié que le nôtre.
- mieux connaître les menaces qui pèsent sur notre avenir.

Ces menaces demeurent graves et se généralisent :

- détérioration de notre cadre de vie.
- pollution de l'eau potable.

- épuisement des ressources forestières.
- extinction d'espèces végétales et animales.
- accumulation de produits chimiques qui empoisonnent les sols.
- désertification gagnant chaque jour plus de terrain.
- émanations de gaz toxiques altérant gravement l'air que nous respirons.....

## **1-INDUSTRIALISATION**

Pays traditionnellement agricole, l'ALGERIE s'est résolument engagé dès son indépendance dans un processus d'industrialisation visant à faire sortir le pays le plutôt possible, du sous-développement et à le hisser au rang des nations industrialisées.

La plupart des usines réalisées ont été en effet mal implantées et les critères établis à l'époque obéissant, les plus souvent à des considérations politiques qui en tout en état de cause ne prenaient en compte les préoccupations environnementales.

De nombreuses unités industrielles ont été ainsi implantées sur les terres les plus fertiles et sur des nappes d'eau et qui sont aujourd'hui gravement menacées par la

Les procédés technologiques choisis ne prenaient en considération que les impératifs de pollution production, ce qui a eu pour conséquence l'acquisition de technologies souvent polluantes.

Les questions relatives à la protection de l'environnement et au développement durable finiront-elles par avoir, aux yeux de chacun, l'importance qu'elles requièrent aujourd'hui ? Il ne faut pas le souhaiter, mais s'attacher avec détermination : ce n'est pas trop dire que d'avancer notre avenir est désormais fonction de l'attention et des soins que nous apporterons à la préservation de notre environnement, aujourd'hui agressé de façon multiforme.

La pollution, la détérioration du cadre de vie, les atteintes aux écosystèmes ne sont pas des périls, mais des réalités tangibles et le plus grand de tous les dangers, c'est qu'elles deviennent banales, c'est à dire accepter, le consentement par fatalité est le pire des irrésolutions et il peut

arriver que, devant l'ampleur des problèmes à résoudre, l'on soit enclin à une sorte de démission par incapacité ou par ignorance.

C'est pour cela qu'il nous faut vite promouvoir une autre politique, appliquer un autre programme et modifier nos comportements.

L'idée d'intégrer les questions environnementales dans le développement économique et social est admise dès 1990 avec la tenue de la conférence de Rio de Janeiro en 1992, l'**ALGERIE** à ses principes qui permettent de concilier économie et environnement dans une stratégie de développement durable.

ANNEE	LES EVOLUTIONS DU CADRE INSTITUTIONNEL
1974	création du conseil national de l'environnement (CNE).
1979	création du ministère de l'hydraulique, de la mise en valeur terres et de la protection de l'environnement.
1992	institué par la loi de finance d'un fond national pour l'environnement (FNE).
1994	- création auprès du ministère de l'intérieur, des collectivités et de l'environnement, d'une direction générale de l'environnement, dotée d'une inspection générale. - création du haut conseil de l'environnement durable (HCEDD).
1996	- mise en place d'un secrétaire d'état chargé de l'environnement. - création des inspections de l'environnement de wilaya. - mise en place de structures centrales chargées de l'environnement au sein de certains départements ministériels (industrie – énergie - santé).
1997	Installation des commissions permanentes du HCEDD : commission économique et juridique et commission des activités intersectorielles.
2000	Création d'un ministère en charge, de l'aménagement du territoire et l'environnement (MATE).

**TABLEAU A** : évolutions essentielles du cadre institutionnel

## **2- PRESSION DEMOGRAPHIQUE ET PROBLEMES DE GESTION URBAINE**

La croissance démographique exerce une forte pression sur les ressources naturelles et notamment les ressources en eau et les terres agricoles et absorbe l'essentiel de la croissance économique du pays. La répartition déséquilibrée de la population sur le territoire national constitue un autre facteur aggravant dans la mesure où le nord du pays concentre les deux tiers de la population sur 4% du territoire national alors que seulement que 8% de la population sont dispersés à travers le Sahara qui s'étend sur 87% du territoire national. Environ 9 millions d'habitants, occupant 30% de communes côtières avec toutes les menaces sur le milieu littoral déjà vulnérable.

Devant l'incapacité de satisfaire la très forte demande en logement, on assiste au développement des constructions illicites et de bidonvilles qui ont complètement destruction le tissu urbain. De vastes étendues de terres agricoles, très fertiles ont cédé à l'urbanisme pour y construire des logements, des équipements et des infrastructures routières.

A ces problèmes de gestion urbaine s'ajoutent les problèmes de détérioration du cadre de vie liés à la prolifération des déchets solides et aux rejets incontrôlés des eaux usées.

Quant à l'atmosphère urbaine est de plus en plus polluant par le gaz d'échappement des véhicules.

L'eau est un élément vital pour tous les êtres vivants. Cette ressource naturelle devient de plus en plus rare et mal répartie. Certaines populations souffrent de ce manque d'eau jusqu'à la déshydratation et la mort passive, quand elle est disponible mais de mauvaise qualité, elle provoque surnoisement ou brutalement la maladie et la désolation. Provoquée par le rejet intempestif de substances diverses la pollution constitue sans aucun doute la plus évidente des dégradations de l'environnement.

La pollution, est la résultante de multiples facteurs qui caractérisent la civilisation contemporaine par le développement des industries extractives, métallurgiques et chimique et l'industrie agro-alimentaire. Le souci des intervenants dans le secteur de l'eau est donc est de répondre à ces besoins vitaux et d'assurer un meilleur recyclage des eaux usées industrielle.

La protection de l'environnement est depuis longtemps devenue un enjeu économique et politique majeur. Parmi les priorités figure la sauvegarde des ressources en eau. Tous les pays du monde sont concernés soit parce qu'ils manquent d'eau soit parce qu'ils la polluent. L'eau est nécessaire à la vie et à l'activité humaine mais la demande en eau n'est pas uniforme d'une région du globe à l'autre et la disponibilité des ressources encore moins. L'utilisation annuelle par individu, tous besoins confondus, varie entre 100 et 1500m<sup>3</sup> et ces besoins ne cesseront de croître et de se diversifier. L'urbanisation et la concentration des populations viennent amplifier le phénomène : il faut fournir de plus en plus d'eau sur des surfaces habitées de plus en plus réduites. Nous sommes à présents six milliards d'habitants sur notre planète (contre trois milliards seulement en 1960) et la croissante démographique actuelle ne laisse entrevoir aucun fléchissement durant les cinquante prochaines années. La disparité entre les besoins et la disponibilité de l'eau demande d'imaginer de nouveaux moyens d'acheminement et de traitement pour augmenter la disponibilité des ressources. Il est indispensable de protéger l'eau. Il faut pouvoir fournir la quantité nécessaire à la consommation domestique et industrielle, recycler le plus possible les eaux usées et limiter les rejets polluants dans le milieu naturel.

**Mieux produire et moins polluer sont les défis auxquels sont confrontés les industriels de tous secteurs par les responsables politiques en charge de l'environnement et l'opinion publique.** Les contraintes sous forme législatives et normatives sont de plus en plus drastiques. Des industries aussi diverses que la chimie, la pétrochimie, l'industrie agro-alimentaire, les tanneries, les industries produisant des déchets métalliques ou la papeterie, produisent des effluents très divers qui nécessitent chaque fois des investigations nouvelles et la mise au point de procédés spécifiques.

Cette nécessité de dépolluer le milieu aquatique nous ramène à chercher les moyens les plus efficaces et les moins coûteux ; dans notre cas c'est le traitement par coagulation/floculation suivie d'une décantation. C'est dans le cadre du thème principale de notre laboratoire «**traitement des eaux et valorisation des déchets** ». Nous nous intéressons à la caractérisation qualitative et quantitative de l'effluent global brut de la raffinerie des corps gras de BEJAIA à l'aide des

coagulants, le sulfate d'aluminium, le chlorure ferrique et la chaux, largement disponible sur le marché et moins onéreuses est considérés comme étant les plus usuels (**GILET R 1959, ARFI R. LEVEAN M 1983**, et GHASALLAH Z) tout en déterminant les facteurs influençant ce type d'épurations à savoir :

- Dose
- pH.
- Durée d'agitation.

Aussi faut-il signaler un essai de synthèse d'un polymere à base de cellulose **MIZI A. § al asian journal for chemistry n° 19(1) 2006 sous presse**, cette dernière provient d'un dechet d'industrie oléicole que nous voulons valorisé à savoir le grignon d'olive, en vue de son utilisation, comme produit biodégradable, dans l'épuration des eaux résiduelles.

En première partie nous avons présenté notre bibliographie

En seconde partie nous avons présenté notre région d'étude et un aperçu sur l'industrie oléicole et l'olivier

En troisième partie nous avons donné des généralités sur la pollution marine.

En quatrième partie nous avons mis la technique du traitement coagulation – décantation.

En cinquième partie nous avons donné les résultats, et enfin une conclusion générale.

Par souci de clarté on a rassemblé en annexe certaines normes.

**LISTE DES  
ABBREVIATIONS ET DES  
SYMBOLES**

DCO	Demande chimique en oxygène
DBO	Demande biochimique en oxygène
MES	Matières en suspension
PH	Pouvoir hydrogène
UP7	Unité de production
T	Température
P – PT	Phosphore total
N – NTK	Azote total
mg/L	Milligramme par litre
$A/2(SO_4)_3$	Sulfate d'aluminium
$FeCl_3$	Chlorure ferrique
N mg/l	Teneur en azote total exprimée en
$Co_2$	milligramme par litre
	Concentration de l'oxygène

# LEXIQUE

**Adsorption** : Propriété qu'ont certains solides et liquides de concentrer à leur surface des substances différentes qui viennent à leur contact.

**Aérobic** : Milieu permettant à un organisme qui a besoin d'oxygène de se développer.

**Aliphatique** : Qualifie un aminoacide dont la chaîne latérale est une longue chaîne carbonée dépourvue d'hétéro-atome.

**Amine** : Composé organique azoté obtenu par substitution d'un, de deux ou de trois atomes d'hydrogène de l'ammoniac  $NH_3$  par des radicaux hydrocarbonés aliphatiques ou aromatiques.

**Amphiphile** : Composé possédant un radical hydrophobe et un radical hydrophile.

**Amphotère** : Espèce pouvant jouer le rôle d'acide ou de base.

**Anaérobic** : Milieu permettant à un organisme qui peut se passer d'oxygène de se développer.

**Boue activée** : Type de traitement biologique par cultures libres. Il consiste à mélanger l'eau à épurer avec une masse biologique (boues biologiques) formée au cours du traitement par les bactéries et autres micro-organismes. Ce mélange est agité et aéré. Les boues activées sont ensuite séparées des eaux épurées et extraites ou recirculées.

**Carboxyle** : Radical monovalent  $-COOH$  qui caractérise les acides organiques.

**Catabolisme** : Ensemble des réactions de dégradation des déchets organiques de l'organisme. Il libère de l'énergie, qui est en partie dissipée en chaleur, en partie récupérée pour synthétiser des composés riches en énergie (ATP). Le catabolisme intervient au cours de la respiration et de la fermentation.

**Colloïde** : Se dit des particules, souvent chargées électriquement, dispersées dans un fluide qui ne peuvent pas décanter naturellement. Ce terme s'applique aussi à de fines matières en suspension qui décantent très difficilement. Elles peuvent être éliminées par coagulation – floculation

**Décantation** : Séparation par gravité des solides en suspension dans l'eau.

**Egouttage** : Les boues, préalablement mélangées avec un flocculant (polyélectrolyte), sont admises sur un support filtrant d'une maille comprise

entre 500 à 600 microns. L'eau interstitielle, libérée par la floculation, s'égoutte rapidement au travers du filtre et est recyclée en tête de station.

**Enzyme** : Molécule protéique qui induit, maintient et régule des réactions spécifiques de dégradation (catabolisme) ou de synthèse (anabolisme) de la matière vivante dans des conditions de température compatibles avec la vie.

**Epaississement** : Premier traitement destiné à accroître la concentration de solides dans les boues par élimination d'eau.

**Epaississement gravitaire** : Les boues sont introduites dans un ouvrage cylindroconique où, laissées au repos plusieurs heures, elles ont le temps de se déposer et se tasser au fond du bassin alors que les eaux surnageantes sont évacuées par surverse.

**Epaississement par flottation** : Etape de traitement consistant à l'aide de microbulles gazeuses, à amener à la surface des matières solides en suspension dans l'eau. L'écume produite est ensuite retirée par raclage.

**Exoenzyme** : Enzyme rejetée dans le milieu ambiant par les cellules qui la produisent.

**Hétérotrophe** : Se dit d'un être vivant qui doit absorber une substance sous forme organique pour pouvoir l'utiliser à la synthèse de sa propre substance. Tous les animaux sont hétérotrophes pour le carbone et l'azote, tandis que les plantes vertes, dites *autotrophes*, ne le sont ni pour l'un ni pour l'autre

**Hydrolyse** : Réaction de décomposition au cours de laquelle une molécule réagit avec de l'eau pour donner de nouvelles molécules. *Hydrolyse acide* : réaction d'hydrolyse effectuée avec un acide dilué. *Hydrolyse basique* : réaction d'hydrolyse effectuée avec une base diluée.

**Hydrophile** : Se dit d'une molécule, d'un groupe fonctionnel ou d'un colloïde qui a une affinité pour l'eau.

**Hydrophobe** : Se dit d'une molécule, d'un groupe fonctionnel ou d'un colloïde qui n'a pas d'affinité pour l'eau.

**Métabolisme** : Ensemble des transformations physico-chimiques subies par les constituants des organismes vivants. Chez l'homme et les organismes supérieurs, la digestion met à la disposition de l'ensemble des cellules des nutriments, substances directement utilisables, résultant de la dégradation des différents aliments (glucides, lipides, protides) dans le tube digestif. Ces nutriments, qui subissent dans la cellule des transformations biochimiques complexes, sont utilisés comme substrats énergétiques et

comme matériaux de synthèse des constituants cellulaires.

**Prétraitement** : Première étape de traitement consistant à éliminer les solides grossiers, sables, graviers ou matières flottantes des eaux usées

**Siccité** : Définit le pourcentage de matières sèches (MS) contenue dans une boue

**Substrat** : Nom générique donné aux substances sur lesquelles agissent des enzymes

**Thermophile** : Se dit d'un organisme se développant de préférence dans des milieux à haute température.

# CHAPITRE I

# ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

## I - 1 INTRODUCTION

Comme tous les êtres vivants, la faune et la flore sont exposés aux effets toxiques des polluants rejetés dans la nature. Elles réagissent alors par des manifestations qui donnent des indications utiles traduisant ainsi le degré de pollution des eaux de surface et les eaux marine. Aujourd'hui ces effets attirent l'attention de certains centres de recherches, régionaux ou nationaux et constituent également une préoccupation pour les organismes internationaux qui doivent étudier les moyens de protection des ressources de vie de l'humanité. Le choix d'impact de toute unité industrielle, les effluents industriels non contrôlés, le manque de sensibilisation aux problèmes d'environnement et notamment la nocivité de certains éléments rejetés par les industries dans le milieu marin, sont les facteurs auquel il faudra accorder une grande importance, car leur négligence ne peut que nuire à la population et à son environnement. Des exemples d'accidents biologiques a caractère catastrophique sont présents dans toutes les mémoires, ils nous rappellent les effets toxiques irréversibles constatés dans :

- La baie du Minamata au Japon (48 morts et 158 grands invalides). La concentration du méthyle mercure dans les chaînes trophiques marines atteignant taux 500 000 fois supérieur à celui des eaux de baie.
- Le lac californien "clear lake" fut traité au DDD, insecticide voisin du DDT, cette substance entraîna la disparition de 3000 oiseaux d'une même espèce.
- Le bassin de Jintu au Japon fortement pollué par le cadmium causant la maladie d'Itar- Itar chez plusieurs sujets.

Pour remédier à ces nuisances et sauvegarder la qualité des milieux naturels, de nombreuses études ont été traitées dans un certain nombre de pays. En Algérie ce domaine est encore à l'état embryonnaire d'où le devoir des chercheurs compétents en la matière au niveau des universités algériennes de lancer des recherches en ce sens visant à contrôler les rejets industriels usés dans le milieu marin.

Pays traditionnellement agricole, l'ALGERIE s'est résolument engagé dès son indépendance dans un processus d'industrialisation visant à faire sortir le pays le plus tôt possible, du sous-développement et à le hisser au rang des nations industrialisées. La plupart des usines réalisées ont été en effet mal implantées et les critères établis à l'époque obéissant, les plus

souvent à des considérations politiques qui en tout en état de cause ne prenaient en compte les préoccupations environnementales.

De nombreuses unités industrielles ont été ainsi implantées sur les terres les plus fertiles et sur des nappes d'eau qui sont aujourd'hui gravement menacées par la pollution.

Les procédés technologiques choisis ne prenaient en considération que les impératifs de production, ce qui a eu pour conséquence l'acquisition de technologies souvent polluantes.

## **I – 2 Propriétés et pollution des eaux**

Indispensable à la vie, catalyseur de nombreuses réactions chimiques, l'eau est également le principal agent d'érosion et de sédimentation et donc un facteur déterminant de la formation des paysages. Le caractère banal de l'eau qui nous environne, fait parfois oublier que ce liquide qui nous est familier s'avère en réalité par ses propriétés si particulières à la fois le fluide le plus indispensable à la vie et celui dont la complexité est la plus remarquable.

Comme pour la plupart des corps, l'eau peut se présenter sous trois états phases : solide (glace), liquide (eau proprement dite), et gazeux (vapeur d'eau).

Ces trois phases coexistent dans la nature, toujours observables deux à deux, et plus ou moins en équilibre : eau glace, glace-vapeur, eau-vapeur, selon les conditions de température et de pression.

## **2. Différentes propriétés de l'eau**

### **2.1 Propriétés physiques**

Le caractère polaire de la molécule d'eau est à l'origine d'associations possibles entre les molécules d'eau ; il donnera lieu à bien des anomalies physiques que nous signalons brièvement, telles que :

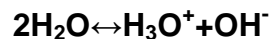
**2.1.1 La température d'ébullition** : anormalement élevée, si on la compare avec celle des composés de masse moléculaire du même ordre et possédant plusieurs atomes d'hydrogène. Dans les conditions normales elle est de 100°C.

**2.1.2 La masse volumique** : elle varie avec la température et la pression, mais aussi avec la teneur en sels dissous. L'eau a une masse Volumique de  $1\text{g/cm}^3$

**2.1.3 La viscosité** : elle diminue lorsque la température croit ; par contre, elle augmente avec la teneur en sels dissous. Contrairement aux autres liquides, une pression modérée, rend l'eau moins visqueuse aux basses températures. Elle est exprimée en (Pa.s).

**2.1.4 La tension superficielle** : elle est extrêmement élevée, égale à  $73\text{erg/cm}$  à  $18\text{C}^\circ$ . L'addition de sels dissous augmente généralement la tension superficielle, les tensioactifs par contre la diminuent.

**2.1.5 La conductivité électrique** : l'eau est légèrement conductrice. Cette conductivité très faible, mais jamais nulle est expliquée par une légère dissolution de la molécule d'eau selon l'équation chimique :



Elle est exprimée en  $\mu\text{s/cm}$

## **2.2 Propriétés chimiques de l'eau**

L'eau est, par ses propriétés électriques et sa constitution moléculaire, partiellement apte à la mise en solution de nombreux corps gazeux, liquides polaires, et surtout solides. La solvatation (ou action hydratante de l'eau) est le résultat d'une destruction complète ou partielle des divers liens électrostatiques entre les atomes et les molécules du corps à dissoudre, pour les remplacer par de nouveaux liens avec les molécules d'eau, et forger ainsi de nouvelles structures : il se produit une véritable réaction chimique (une solvatation complète est une dissolution).

La dissolution des corps minéraux engendre une ionisation, c'est-à-dire la dissociation des molécules formant le cristal minéral, avec apparition d'ions chargés électriquement et dotés d'une certaine mobilité en solution.

## **2.3 Propriétés biologiques de l'eau**

L'eau, l'oxygène et le dioxyde de carbone contribuent à créer des conditions favorables au développement des êtres vivants. Il existe un cycle biologique, cycle

au cours duquel s'effectue une série d'échanges ; l'eau entre pour une grande part dans la constitution des êtres vivants.

### **3. Ressources hydriques naturelles**

Trois types de sources d'eau sont utilisés par l'homme pour d'une part, satisfaire ses propres besoins en eau de consommation, d'autre part, répondre aux besoins industriels et agricoles. Les sources d'eaux concernent :

- 1- Les eaux superficielles ou de surface (de rivières, de fleuves et de lacs...).
- 2- Les eaux souterraines.
- 3- Les eaux de dessalement de l'eau de mer.

L'eau à l'état naturel, superficielle ou souterraine, n'est jamais pure ; c'est un milieu vivant qui se charge très rapidement de divers éléments au contact des milieux qu'elle traverse. Elle contient donc naturellement, en l'absence de toute ingérence humaine, une très grande variété de matières dissoutes, inertes ou vivantes : des gaz, des substances minérales ou organiques , et des micro-organismes (bactéries, virus ou plancton ). La composition chimique des eaux naturelles est donc très variable; elle dépend de l'oxygénation et de la température de l'eau ; enfin, elle est constamment modifiée par les espèces vivantes présentes dans le milieu, surtout en ce qui concerne les teneurs en matières minérales et en gaz dissous. Ce qui nous permet de confirmer qu'il n'existe pas une eau mais des eaux (dégremont 1978 ,1998 ; BERNE.F et al ; T.E.I.P. 1972)

#### **3.1 Eaux superficielles (Boutata, Meghzili 2005)**

Elles sont constituées par toutes les eaux circulant ou stockées à la surface des continents.Elles ont pour origine soit les eaux de ruissellement, soit les nappes profondes dont l'émergence constitue une source de ruisseau puis de rivière. Ces eaux se rassemblent en cours d'eau, caractérisés par une surface de contact eau atmosphère toujours en mouvement et une vitesse de circulation appréciable. Elles peuvent se trouver stockées en réserves naturelles (étangs et lacs) ou artificielles (retenues, barrages) caractérisées par une surface d'échange eau-Atmosphère quasiment immobile, une profondeur qui peut être importante et un temps de séjours souvent élevé.

Il s'agit d'une ressource facilement accessible mais malheureusement fragile et vulnérable ; la pollution la rendant souvent impropre à l'utilisation en l'absence de traitement préalable.

Les eaux de surface se caractérisent par :

- ❖ Les variations saisonnières (car climatique) et, à degré moindre, journalières des paramètres physiques : température, turbidité et coloration. Les concentrations en matières solides finement dispersées ou à l'état colloïdal, peuvent être importantes tout en étant aléatoires suite à des pluies soudaines, des orages et à des pollutions accidentelles,
- ❖ La présence fréquente de matières organiques d'origine naturelle provenant de la décomposition des organismes animaux et végétaux après leur mort ;
- ❖ Le développement plus ou moins des phytoplanctons (algues) et zooplanctons et, dans certaines conditions, d'une vie aquatique intense.
- ❖ Mais les eaux naturelles contiennent aussi, et de plus en plus, des substances dont la présence est due aux rejets d'eaux usées domestiques et d'effluents industriels, aux épandages d'engrais et de pesticides et aux déjections animales des élevages. On y rencontre par suite, très souvent une micro pollution minérale (métaux lourds) ou organique (hydrocarbures, solvants, pesticides, herbicides, etc.) pouvant avoir un caractère toxique et des substances azotées et phosphorées à l'origine des phénomènes d'eutrophisation.
- ❖ Sur le plan bactériologique, les eaux sont contaminées plus ou moins par des bactéries (dont certaines sont pathogènes) et des virus.

### **3.2 Eaux souterraines (Meghzili 2005)**

Les eaux qui ne sont ni ré-évaporées, ni retournées à la mer par ruissellement s'infiltrent dans le sol et le sous-sol et s'y accumulent pour constituer les eaux souterraines.

La pénétration et la rétention des eaux dans le sol dépendent des caractéristiques des terrains en cause et notamment de leur structure qui peut permettre la formation de réservoirs aquifères appelés nappes (zone de terrain poreux

et perméable formant roche-magasin limitée à la partie inférieure par une roche imperméable formant le fond du réservoir).

Les eaux souterraines ont des propriétés étroitement liées à leur origine géologique, c'est-à-dire déterminées par la nature et la structure des terrains. A tout instant, l'eau est au contact avec le sol dans lequel elle stagne ou circule : il s'établit un équilibre entre la composition du terrain et celle de l'eau.

Ainsi, les eaux circulant dans un sous-sol sablonneux ou granitique, sont acides et peu minéralisées. Par opposition, les eaux circulant dans les sols calcaires auront une forte minéralisation avec une composition bicarbonatée calcique.

Dans la plupart des cas, l'eau souterraine ne contient pas d'oxygène dissous. Des substances indésirables peuvent également s'y trouver, comme le gaz carbonique, le fer, le manganèse, mais si une nappe est polluée, il est difficile de récupérer sa pureté originelle : les polluants sont en effet non seulement présents dans l'eau, mais également fixés et absorbés sur les roches et les minéraux du sous-sol.

### **3.3 Dessalement de l'eau de mer (Meghzil)**

L'eau de la mer est une source inépuisable d'eau, les techniques de dessalement sont très coûteuses et nécessitent un know-how adapté à leur exploitation : actuellement elles sont réservées à des utilisations industrielles, mais constitueront cependant la solution d'avenir au vu de l'épuisement des ressources naturelles et du développement des technologies de dessalement des eaux.

## **4. pollution de l'eau**

La pollution de l'eau peut être définie comme une dégradation de celle-ci par les éléments qu'elle a accumulés de son utilisation. Ces éléments indésirables proviennent des excréments chimiques, des rejets provenant d'industries divers, du lessivage des terrains traversés.

Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute l'un des aspects les plus inquiétants de la dégradation du milieu naturel.

### **4.1 Sources des polluants**

Ces sources sont d'après la littérature (dégremont 1978, 1998, BERNE.F et al, T.E.I.P. 1972) comme suit :

#### **4.1.1 Effluents urbains**

##### 4.1-1.1. Eau de ruissellement

L'eau est capable de dissoudre un grand nombre de composés solides ou gazeux. Au cours de son périple, qu'elle tombe en pluie, ruisselle sur les sols, ou simplement coule le long des pentes, elle se charge en éléments solubles. Elle draine aussi avec elle quantité de particules en suspension comme de fines particules d'argiles, des limons et des déchets végétaux.

Elles peuvent, constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...).

##### **4.1.12. Eaux domestiques**

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en ;

- 1- Eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc.
- 2- Eaux "vannes" ; chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux, constituant un substrat équilibré pour le développement des bactéries.

Le tableau (1) regroupe les valeurs indicatives moyennes concernant la composition des effluents domestiques produits par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eau.

**Tableau 1** : la composition moyenne des effluents domestiques (Battaz).

<b>Effluents</b>	<b>Quantité en (g)</b>
<i>Matières en suspension</i>	70 à 90
<i>Matières organiques</i>	60 à 70
<i>Matières azotées</i>	15 à 17
<i>phosphore</i>	4

#### **4I.c. Eaux de petites industries (artisanales)**

Ce sont des eaux résiduaires dues aux activités artisanales (poterie, cuivrierie...) proviennent d'entreprises ne possédant pas des stations d'épuration. Elles sont rejetées dans un collecteur global et qui sont gênantes pour le traitement biologique car les débits sont irréguliers et contiennent des substances toxiques ou des inhibiteurs de la microflore, des détergents, des produits non ou faiblement biodégradables.

##### **4.1.2 Effluents agricoles**

L'agriculture intensive tire le meilleur parti de l'eau en irriguant quand l'apport d'eau a un effet positif, mais aussi quand l'eau n'est plus un facteur limitant, en augmentant les rendements par d'autres moyens : fertilisation, destruction des mauvaises herbes, lutte contre les insectes ou les maladies cryptogamiques... Cela est le plus souvent obtenu par l'emploi de produits chimiques : engrais de synthèse, herbicides, insecticides, fongicides. Dans ces pratiques, et de façon quasi inévitable, une partie des produits utilisés diffuse vers l'atmosphère, les plans d'eau ou les nappes.

C'est ainsi que des produits nécessaires aux cultures, comme les nitrates ou le phosphore, sont aujourd'hui considérés comme potentiellement dangereux lorsqu'ils sont en excès dans l'eau. A coté des risques pour la santé, on peut observer, dans certains cas, une prolifération de la végétation aquatique et une diminution de l'oxygène dissous, phénomène qui a reçu le nom d'eutrophisation. Quant aux produits phytosanitaires, on peut s'interroger sur la nocivité de leurs effets cumulés, même si chaque produit autorisé fait l'objet de tests. Peu à peu, l'agriculture intensive a été associée à l'idée de pollution de l'eau et des sols. On distingue :

- 1- La pollution ponctuelle plutôt d'origine industrielle ou domestique, dont la source est localisée.
- 2- La pollution diffuse, liée le plus souvent à la pratique de la fertilisation. Il ne faut pas, non plus, oublier le rôle de l'érosion qui entraîne l'existence d'une charge solide dans les eaux de surface et peut y associer des produits chimiques indésirables.

#### **4.1.3 Effluents industriels**

Les eaux résiduaires industrielles sont les déchets liquides résultant, selon les activités exercées, de l'extraction ou de la transformation de matières premières en produits industriels (produits primaires), de la transformation éventuelle de ces produits primaires (produits dérivés), ainsi que de l'utilisation des produits primaires ou dérivés pour la fabrication de biens de consommation. Tant au point de vue de leur volume qu'à celui de leur composition, et contrairement aux eaux résiduaires domestiques, les caractéristiques des eaux résiduaires industrielles sont variables pour chaque branche industrielle, voire pour chaque établissement d'une même branche.

L'industrie rejette bon nombre de substances qui vont polluer les rivières et les nappes, parfois même d'une manière d'autant plus pernicieuse que l'on n'en connaît pas les effets à long terme. On distingue selon leur caractère :

*1-Eaux à caractère minéral dominant* : ce sont les eaux provenant des carrières (sidérurgie), des mines et de toute activité d'extraction de minerais « industrie chimique minérale ».

*2-Eaux à caractère organique dominant* : ce sont les eaux provenant des usines, a résidus industriels alimentaires telles que les laiteries, qui contiennent des graisses, des protéines, des glucides,

Les industries oléicoles Algériennes productrices d'huile d'olives, génèrent des eaux résiduaires spécifiques constituées d'huile et d'eau : les margines. Ces margines, appelées aussi eaux de végétation, posent de sérieux problèmes à l'industrie oléicole et à l'environnement en raison de leur charge élevée en polluants.

Les sous-produits des huileries dont la charge en matière organique est importante, affectent particulièrement la qualité des sols et des eaux dans lesquels, ils sont déversés. Ce qui exige une forte consommation d'oxygène pouvant entraîner une

eutrophisation, particulièrement dans les eaux de surface. [Parades et al.1999 ; Sierra et al. 2001 ].

Par ailleurs, répandues sur les sols, les grignons et les margines altèrent leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques, par les substances toxiques qu'elles contiennent, inhibent la croissance des plantes et provoquent un déséquilibre microbiologique. [Aktas et al, 2001].

La production d'huile d'olive représente un secteur économique important pour la majorité des pays producteurs d'huile d'olive. L'oléiculture est un domaine qui procure des moyens de subsistance à plus de deux (02) millions de familles et couvre 98% de la production mondiale. Ainsi, la nécessité de la sauvegarde et du développement durable de cette spéculation s'avère primordiale. [Comité Oléicole International, 2004].

Les quantités de déchets produits de manière traditionnelle étaient bien moins importantes que les quantités actuelles. La nature pouvait absorber et épurer les déchets de la production d'huile d'olive. Actuellement, les usines dotées d'équipements relativement modernes ont des productions de margines pouvant atteindre 150kg pour 100kg d'olives, tandis qu'avec des dispositifs d'extraction traditionnels, les quantités sont de 40kg par 100kg d'olives ; mais l'huile obtenue possède une qualité inférieure [Amirante. P, 1999].

En aval dans le processus de fabrication de l'huile d'olive, le problème se pose surtout lors de leur évacuation sans traitement préalable vers des milieux récepteurs (sol, nappes, réseaux d'assainissement). Dans notre pays les ressources en eau sont rares et leur préservation tant quantitativement que qualitativement est capitale. Pour les huileries, la nécessité de produire une huile de qualité, avec le minimum d'impacts négatifs sur les écosystèmes est essentielle pour qu'elles puissent rester concurrentielles sur le marché. De plus aujourd'hui le pollueur est exposé à des sanctions sévères par la législation qui devient de plus en plus astreignante.

*3-Eaux à caractère mixte* : contiennent un ou plusieurs constituants biodégradables, mais aussi d'autres constituants provenant des raffineries, des usines pétrochimiques, des papeteries. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micro-polluants organiques, des hydrocarbures

dissous émulsionnés ou sous forme de films superficiels, des tensioactifs, des phénols.. .

## **4.2 Les principaux polluants**

### **4.2.1 Polluants physiques**

La pollution physique représente les éléments solides entraînés par l'eau. Ils se subdivisent en plusieurs catégories selon leur nature et leur dimension (S.E.P.T 1999).

#### **4.2.1.1. Les éléments grossiers**

Leur dimension est suffisamment grande pour être retenue par de simples grilles. Dans les eaux usées domestiques, ces déchets sont en général : les bouteilles plastic, les cheveux, les épilateurs ....etc.

Certaines industries de par leur spécificité, rejettent des éléments grossiers (industries textiles, papeteries...)

Les eaux de ruissellement entraînent aussi beaucoup d'éléments (brindilles, feuilles d'arbres...).

Tous ces éléments représentent un type de gêne particulier, au niveau des stations d'épuration, dont elles perturbent le fonctionnement, ou dans les exutoires où elles s'accumulent.

#### **4.2.1.2. Les sables**

Les sables sont des particules minérales d'une certaine dimension.

Ils sont généralement à base de silice ou de composition minérale équivalente. Leur masse spécifique est de 2,5 à 2,6 g/cm<sup>3</sup>, ce qui permet leur élimination par simple décantation.

#### **4.2.1.3 .Les matières en suspension**

En dehors des sables les eaux usées transportent d'autres matières solides en suspension désignées par le terme MES. Ces matières qui constituent les boues d'une eau usée se subdivisent soit selon leur nature soit selon leur dimension.

- *Selon leur dimension* : on distinguera les matières qui sont décantables (après 2h de repos une partie de ces MES décantent) on les désigne par « matières décantables » ces matériaux quelque soit leur nature peuvent être

- récupérés par simple décantation : cyclée décantation primaire .D'autres éléments ne décantent pas soit par leur poids spécifique soit par leur
- dimension soit par leur nature colloïdale. Ces éléments nécessitent des procédés de séparation plus élaborés
- *Selon leur nature* : La nature des matières solides en suspension peut être soit minérale soit organique. Les polluants minéraux constituent une gêne physique pour l'environnement mais n'évoluent pas dans le temps. Les rejets minéraux colmatent les sols sur lesquels ils sont évacués aboutissant ainsi à l'asphyxie de ce sol ou contribuent à une pollution par leur volumes(dépôts) ainsi que les polluants organiques évoluent au contraire dans le temps car ils sont constitués de matières vivantes qui ont besoin d'oxygène et qui dégageront des odeurs par putrefaction dans ce cas les métabolismes continuent créant des besoins et occasionnant des rejets qui gênent l'environnement ces éléments doivent être traités avant leur évacuation.

#### **4.2.2 Polluants chimiques**

La pollution chimique d'une eau est autrement plus complexe et peut provenir de plusieurs sources

On distingue selon la nature de la pollution chimique :

- Les éléments chimiques minéraux.
- Les éléments chimiques organiques.

##### **4.2.2.1. Pollution chimique minérale**

L'eau étant un très bon solvant permettra la mise en solution de nombreux composés avec lesquels elle sera en contact.

La dissolution des sels, la corrosion des métaux et dissolution des acides et des bases sont des phénomènes qui donnent lieu à des eaux de rejets caractérisées par certaines formes de pollution dont les plus représentatives sont :

##### **1-La température :**

L'élévation de la température dépend du mode d'utilisation de l'eau avant son rejet et surtout le parcours de l'eau avant l'exutoire ou la station d'épuration. En général l'eau doit être évacuée vers l'environnement à des températures inférieures à 30°C une eau plus chaude constitue une pollution.

## **2-Le PH :**

Le PH d'une eau est du a la concentration de cette eau en ions  $H^+$  et  $OH^-$  une eau équilibrée aura un PH neutre de 7. Des variations trop élevées du PH par rapport a cette valeur moyenne de 7 constitue a une pollution .Des eaux dont le PH présentent de grands écarts par rapport à la neutralité sont polluées.

## **3-Les sels :**

Les sels dissout chargent une eau en cations et en anions dont la nature influe a des degrés différents sur l'environnement

a) *Les chlorures* : en plus de l'agressivité et de la minéralisation qu'ils confèrent à ces eaux, des taux élevés modifient la saveur de l'eau et contribuent aux dépôts de sels néfastes pour l'agriculture.

b) *Les sulfates ( $SO_4^-$ )* : En plus des inconvénients qui caractérisent les chlorures les sulfates participent au métabolisme des bactéries contenues dans l'eau, les bactéries sulfato-réduction transforment les sulfates en sulfures avec dégagement de gaz sulfureux (œufs pourris) créant des désagréments à l'environnement De plus dans les systèmes des épurations anaérobies ce type de bactéries constitue une gêne pour les autres populations bactériennes.

c) *les nitrates ( $NO_3^-$ )* : Les nitrates sont des éléments essentiels dans les procédés utilisés dans l'épuration des eaux. Une trop forte concentration en nitrates nécessitera des installations de dénitrification quand le milieu ne se prête pas aux trop fortes doses de nitrate, les nitrates proviennent des rejets domestiques, du lessivage de terres agricoles.

d) *Les autres anions* : Les anions qu'il faudrait signaler au vu de leur grand impact sur l'environnement sont les cyanures (CN). Leur toxicité n'est pas à démontrer et leur élimination doit être considérée comme une priorité. Ils proviennent essentiellement de rejets industriels (galvanoplastie) et doivent être traités à la sortie de l'industrie considérée.

### **4.2.2.2. Pollution chimique organique**

Elle se traduit par plusieurs formes et d'origine différentes

#### **1- les hydrocarbures**

L'eau entraîne différents hydrocarbures ; lors de son utilisation les hydrocarbures de par leur densité relativement faible par rapport à l'eau forment des filtres de surface et empêchent toute oxygénation de celle-ci occasionnant des

asphyxies de la faune et de la flore. Leur élimination fera appel à des procédés aussi bien physiques que biochimiques ; ils proviennent aussi bien de rejets domestiques qu'industriels

## **2-les huiles et graisses**

Très utilisées dans la consommation humaine les huiles et les graisses de toute nature se retrouvent dans les eaux de rejets sous forme de suspension flottante et agissent de la même manière que les hydrocarbures en provoquant une asphyxie des êtres vivants. Leur élimination est prévue dans les premiers stades de traitement.

Les huiles d'origines industrielles de nature différente sont en général traitées à la sortie d'usine et font l'objet d'attentions particulières lorsque les débits sont importants (industrie pétrochimique)

## **3- les pesticides**

Ces composés chimiques proviennent essentiellement des lessivages des terres agricoles, ils se retrouvent dans les oueds ou les retenues d'eaux, rarement au niveau des stations d'épurations ils représentent une forme de pollution très difficile à maîtriser car répandus dans les champs agricoles. Ils sont difficilement éliminables dans ces cas seules des lois réglementant l'utilisation de pesticides peuvent atténuer leur effet. La recherche de nouveaux produits ayant les mêmes effets mais dégradables à moyen terme chimiquement ou biochimiquement. Ces composées se subdivisent en trois grandes familles :

- a- les composées organophosphorés (Le phosphore est la matrice).
- b- les composées organochlorés (Le chlore est la matière active).
- c- Les désherbants.

Leur action peut être directe (eaux de ruissellement) ou indirecte (accumulation dans les plantes).

## **4-les phénols :**

Les produits phénoliques proviennent en général d'activités industrielles, ils donnent à l'eau un goût marqué de chlorophénol lorsqu'il est en présence de chlore ; ces produits sont souvent biodégradables ceci dépend de leur composition.

## **5- Les détergents :**

Ces composants proviennent aussi bien d'activités industrielles que domestiques. Leur propriété tension active leur attribuent de grandes capacités de flottation, et constituent un risque pour les opérations de décantation et d'aération des stations d'épuration (par protection de mousses).

Leur réticence à la biodégradation en font des composés qu'il s'agira d'éliminer dès les premières phases d'un traitement. Actuellement, les réglementations européennes et américaines, encouragent l'utilisation de produits détergents biodégradables.

Le type de nuisance qu'ils donnent à une eau est plus physique car leur toxicité n'est décelable qu'à des taux élevés.

**Tableau 2 :** Caractéristiques physique et chimique d'une eau usée (S.E.P.T 1999).

<b>Caractéristiques</b>	<b>Source</b>
<p><b>1) Propriétés physiques</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Couleur</li> <li>- Odeur</li> <li>- Solides (Mes)</li> </ul> <p>- Température</p> <p><b>2. Constituants chimiques</b></p> <p><i>2.1 Constituants organiques</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- hydrocarbures</li> <li>- huiles – graisses</li> <li>- Pesticides</li> <li>- Phénols</li> <li>- Protides</li> <li>- Détergents</li> </ul> <p><i>2.2 Constituants minéraux</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alcalinité</li> <li>- Chlorures</li> <li>- Métaux lourds</li> <li>- Azote</li> <li>- Phosphore</li> <li>- PH</li> <li>- Soufre</li> <li>- Composés toxiques</li> </ul>	<p>Rejet domestique et industriel</p> <p>Décomposition, eau domestique et industrielle</p> <p>-Eau domestique, industrielle</p> <p>- Erosion des sols</p> <p>- Infiltration dans les réseaux d'évacuation</p> <p>Eaux domestiques et industrielles</p> <p>Rejet domestique, industriel</p> <p>Rejets industriels, domestique, commerciaux</p> <p>Agriculture</p> <p>Rejets industriels</p> <p>Rejets domestiques</p> <p>Rejets domestiques et industriels</p> <p>Rejets domestiques – infiltration du réseau</p> <p>Eaux domestiques, infiltration des réseaux,</p> <p>adoucisseur et industriels</p> <p>Rejets industriels</p> <p>Rejets agricoles, domestiques</p> <p>Rejets domestiques et industriels</p> <p>Rejets industriels</p> <p>Rejets domestiques et industriels</p> <p>Rejets industriels</p>

### **4.2.3 Polluants microbiologiques**

L'eau peut contenir des micro-organismes pathogènes (des virus, des bactéries, des parasites). Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau (baignade, élevage de coquillage) (T.E.I.P. 1972)

### **4.3 Paramètres d'étude d'une pollution**

L'étude de la pollution d'une eau, nécessite la connaissance d'un certain nombre de paramètres : qu'on appellera « paramètres de pollution », ils permettent de juger de la gravité d'un problème. On distingue plusieurs paramètres tels que : paramètres physiques, chimiques ainsi que d'autres (S.E.P.T 1999 ; Boutata, Jean Rodier 1996).

#### **4.3.1 Paramètres physiques**

Les paramètres physiques qui sont analysés sont :

##### **4.3.1.1. Matières en suspension**

Les matières en suspension (M.E.S.), exprimées en milligrammes par litre, sont mesurées par pesée après filtration ou centrifugation et séchage à 105°C. Les procédés de séparation par filtration font appel, soit à des disques en fibres de verre, soit à des couches d'amiante dont la mise en oeuvre fait partie intégrante du mode opératoire. La méthode par centrifugation est plus particulièrement réservée au cas où les méthodes par filtration ne sont pas applicables par suite d'un risque élevé de colmatage des filtres. Les matières en suspension comprennent :

**1- Les matières décantables** : elles correspondent aux M.E.S. qui se déposent au repos pendant une durée fixée conventionnellement à 2 heures. Les matières décantables, exprimées en cm<sup>3</sup>/l, sont mesurées par lecture directe du volume occupé au fond d'un cône de décantation par le décantas;

**2- Les matières colloïdales** : elles représentent la différence entre les M.E.S. et les matières décantables. La taille des particules correspondantes est approximativement comprise entre 10<sup>-8</sup> et 10<sup>-2</sup> mm.

Par ailleurs, les matières en suspension sont constituées de matières minérales et de matières organiques, ou matières volatiles en suspension (M.V.S.);

une approche des matières organiques est donnée par l'essai de calcination à 525 °C, mais ne saurait être très précise dans la mesure où le traitement thermique de l'échantillon testé s'accompagne toujours d'une décomposition simultanée, partielle ou totale, de certains sels minéraux (bicarbonates, chlorures, nitrates, ...).

#### **4.3.1.2 PH**

Il s'agit évidemment d'un paramètre fondamental de caractérisation des eaux résiduaires. La mesure du pH peut s'effectuer par colorimétrie ou par procédé électrométrie à l'électrode de verre.

#### **4.3.1.3 Température**

La notion de température revêt un rôle très important et doit être prise en compte lorsqu'on cherche à déterminer l'incidence de rejets industriels. Des modifications excessives de la température des milieux récepteurs sont en effet de nature à modifier le biotope et à perturber la vie piscicole.

#### **4.3.1.4 Couleur**

La couleur vraie après filtration est due à la présence de matières organiques dissoutes, de fer ferrique précipité à l'état d'hydroxyde colloïdal, de fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes. Il n'existe pas de lien entre la couleur et la concentration en matières organiques. Ce paramètre est mesuré par comparaison à une solution de référence (Platine cobalt)

### **4.3.2 Les paramètres chimiques**

#### **4.3.2.1 Demande chimique en oxygène (DCO) – Oxydabilité**

La demande chimique en oxygène (DCO) est un paramètre qui donne une indication sur les quantités de substances chimiquement oxydables présentes dans l'eau. Il s'agit là de la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder principalement les composés organiques présents dans l'eau. Les substances qui se trouvent dans l'eau sont traitées chimiquement dans des conditions d'oxydation très sévères, de façon à estimer aussi celles qui sont difficilement dégradables biologiquement, comme les composés organiques chlorés.

La détermination de la DCO se fait essentiellement par oxydation avec un excès de dichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) en milieu acide sulfurique porté à l'ébullition pendant deux heures en présence d'ions  $Ag^+$  comme catalyseurs et des ions  $Hg^+$  permettent de complexer les ions chlorures sans l'utilisation duquel ces composés minéraux sont de nature à perturber le résultat des mesures. Dans ces conditions 95% à 97% des composés organiques sont oxydés.

Plus il y a de substances oxydables dans un échantillon d'eau, plus on utilise des dichromates. A partir de la quantité de dichromate utilisée, on calcule la quantité équivalente en oxygène qui en théorie aurait réalisé la même oxydation.

Une autre méthode utilise comme oxydant le permanganate de potassium; on ne parle plus dans ce cas de demande chimique en oxygène mais d'oxydabilité au permanganate de potassium à chaud en milieu acide. Cette méthode a pour inconvénient majeur de ne pas oxyder ou de n'oxyder que partiellement de très nombreux composés organiques. Elle est généralement réservée à des eaux susceptibles d'être peu polluées comparativement aux charges véhiculées par les eaux résiduaires industrielles (eaux de surface, eaux potables).

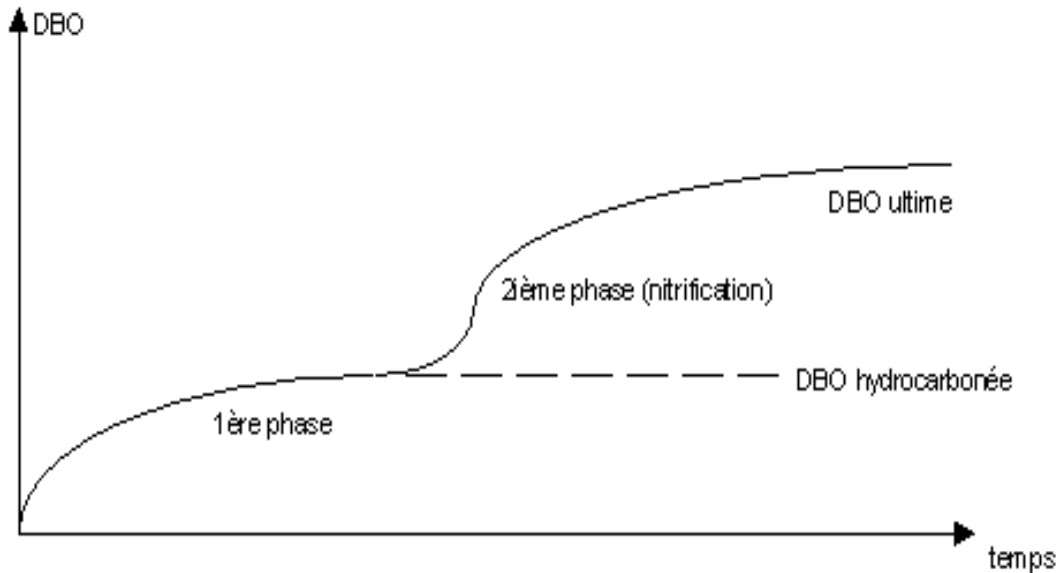
#### **4.3.2.2 Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)**

Un autre paramètre de somme important est la valeur de la demande biochimique en oxygène (DBO), qui exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques d'une eau par les micro-organismes du milieu. Il s'agit d'un paramètre mesurant une oxydation biologique des matières organiques qui fait intervenir des réactions enzymatiques. Pour une eau naturelle superficielle (rivière, étang, ...), ce paramètre traduit la consommation d'oxygène relative au phénomène d'auto épuration.

Les transformations biochimiques des matières organiques s'effectuent en deux stades :

**Premier stade** se rapporte aux composés carbonés; il débute immédiatement pour s'achever au bout de vingt jours environ (à 20°C);

**Second stade** se rapporte aux composés azotés; il ne commence pas avant 6 à 10 jours et se poursuit au delà du 20<sup>ème</sup> jour (on considère qu'une durée de 21 jours au moins est nécessaire pour l'oxydation des composés azotés biodégradables);



**Figure1 : théorique de la D.B.O. (d'après Courchaine. 1963)**

La demande biochimique en oxygène se poursuit donc pendant un temps assez long et, en outre, présente des variations selon la température.

Pour la plupart des effluents industriels, la DBO est donnée par la  $DBO_{21}$ . Néanmoins, les eaux résiduaires relatives à certaines activités peuvent comporter des constituants dont la cinétique de biodégradation est plus lente que celle des composés azotés ou, tout au moins, soumise à des inhibitions particulières. Il en est ainsi, par exemple, pour les eaux résiduaires du raffinage et de la pétrochimie, où la durée de 28 à 35 jours est nécessaire pour qu'intervienne la dégradation de certaines familles d'hydrocarbures (hydrocarbures aromatiques, arylsulfatases, etc.).

Conventionnellement, on détermine la demande biochimique en oxygène pendant 5 jours ( $DBO_5$ ), qui ne mesure que l'effet des transformations biochimiques relatives à la plus grande partie des composés carbonés et ne prend pas en compte la nitrification (on l'exprime en mg/l d'oxygène consommé). La détermination de la

DBO<sub>5</sub> exige une dilution de l'échantillon à étudier avec une eau comportant un ensemencement en micro-organismes et préalablement saturée en oxygène dissous.

Cette mesure se fait au laboratoire en déterminant la différence entre la quantité d'oxygène dissous dans une quantité connue d'eau pollué, et la quantité d'oxygène présent dans un échantillon analogue (ou éventuellement dilué dans une quantité connue d'eau pure si la pollution est trop grande) conservé en tube fermé, à 20°C et à l'obscurité pendant cinq jours. Plus la DBO<sub>5</sub> est élevée et plus l'eau est polluée. (CHARBONNEAU - LAROUSSE)

Relation DBO/DCO :

- ✓ Quand toute la matière organique est biodégradable, on doit avoir DBO<sub>5</sub>/DCO=1
- ✓ Si toute la matière n'est pas biodégradable, DCO>DBO<sub>5</sub>
- ✓ Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> est un indice de la biodégradabilité d'une eau. Pour qu'une pollution soit dégradable ce rapport doit être inférieur à 2.5 (D.ZEROUALI. 2000)

#### 4.3.2.3 Azote global

Dans un effluent, on distingue au besoin les différentes formes suivantes de l'azote, dont la somme constitue l'azote global (N<sub>GL</sub>) :

- 1- **Formes réduites** : comprenant l'azote organique (protéines, polypeptides, acides aminés, urée, hydrazine, etc.) et l'azote ammoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>);
- 2- **Formes oxydées** : azote nitreux (N-NO<sub>2</sub>) et azote nitrique (N-NO<sub>3</sub>).

#### 4.3.2.4 Phosphore global

Les eaux résiduaires industrielles peuvent éventuellement comporter des teneurs non négligeables en phosphore, comme, par exemple, dans le cas de certaines industries agro-alimentaires et chimiques. Le phosphore se trouve dans les eaux usées sous forme :

- ❖ d'ortho- phosphates solubles (PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub><sup>-</sup>);
- ❖ de poly- phosphates, qui ont tendance à s'hydrolyser en ortho- phosphates;

- ❖ de phosphore non dissous, lié à des molécules organiques ou contenu dans les matières en suspension.

La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total ( $P_T$ ). Les ortho-phosphates, les poly-phosphates et le phosphore total peuvent être déterminés indépendamment par spectrométrie. En particulier, le phosphore total est dosable après minéralisation en ballon de Kjeldahl en présence de persulfate ou à l'acide perchlorique.

#### **4.3.2.5 Hydrocarbures**

La mesure des hydrocarbures dans les eaux constitue une opération souvent délicate. En effet, l'échantillonnage est fréquemment hasardeux, particulièrement lorsque les eaux résiduaires ne sont pas prélevées dans un réseau sous pression ou quand elles sont très chargées en huiles. Par ailleurs, les valeurs obtenues lors de dosages réalisés sur un même échantillon sont très diverses selon la méthode utilisée, car celles-ci se rapportent alors à la détection partielle ou totale de composés différents (Jean Rodier 1996).

Les hydrocarbures sont déterminables selon diverses méthodes, qui sont :

1. Effluents aqueux des raffineries de pétrole - dosage des matières organiques en suspension dans l'eau extractibles à l'hexane : c'est une méthode de mesure par absorption et floculation des matières organiques (hydrocarbures compris) dans une colonne garnie d'hydroxyde d'aluminium, extraction du floculat à l'hexane, puis dosage gravimétrique après évaporation du solvant. Cette méthode permet de mesurer les hydrocarbures insolubles et reproduit sensiblement le processus de leur épuration par des procédés physico-chimiques. Dans ces conditions, elle peut être utilement employée pour la surveillance des performances de filières de ce type.
2. Effluents aqueux des raffineries de pétrole - dosage des hydrocarbures totaux: il s'agit d'une méthode de mesure faisant appel à une extraction des produits hydrocarbonés par le tétrachlorure de carbone ( $CCl_4$ ) en milieu acide, à une séparation des hydrocarbures des autres composés organiques par chromatographie sur une colonne garnie d'un adsorbant, puis à une détermination spectrophotométrie dans le spectre infra-rouge à la longueur

3. d'onde de 3420 nm (qui correspond à la vibration de valence la plus intense des liaisons C-H<sub>2</sub> des hydrocarbures aliphatiques). En première approche,
4. cette méthode peut être utilisée lorsqu'on désire connaître la teneur en hydrocarbures aliphatiques dissous.
5. Dosage des hydrocarbures totaux - méthode par spectrophotométrie infra-rouge : cette méthode est identique à la précédente en ce qui concerne les modalités d'extraction. En revanche, la mesure est différente et consiste en une détermination des absorbances de la solution chromatographie non pas pour une longueur d'onde donnée, mais dans tout le spectre compris entre 3290 et 3510 nm (se rapportant aux vibrations les plus intenses des liaisons C-H, C-H<sub>2</sub> et C-H<sub>3</sub> des hydrocarbures aromatiques et aliphatiques). Mesurant tous les pics d'hydrocarbures dissous dans la gamme spectrale considérée, il s'agit donc d'une méthode spectrophotométrie de portée plus large que la précédente.
6. Dosage de 6 hydrocarbures aromatiques polycycliques -méthode par chromatographie liquide haute pression : cette dernière méthode est relative à un essai visant plus particulièrement à doser les composés à pouvoir cancérigène. Les HAP sont extraits de l'échantillon à tester par action du cyclohexane, séparés des autres composés par chromatographie liquide haute pression, puis dosés par fluorimétrie.

#### **4.3.3. Autres paramètres**

Les paramètres qui viennent d'être exposés constituent des critères essentiels de caractérisation d'une eau résiduaire industrielle. Complémentairement, d'autres paramètres sont éventuellement employés selon la spécificité des effluents, la branche industrielle concernée et la nature du traitement envisagé. Les principaux paramètres rencontrés sont décrits ci-après (Jean Rodier 1996)

##### **4.3.3.1 Alcalinité**

La connaissance de l'alcalinité présente un intérêt particulier lorsque des traitements physico-chimiques sont envisagés, car ce paramètre traduit la présence en solution d'éléments chimiques susceptibles d'exercer une influence directe sur les conditions techniques de l'épuration. Par exemple, l'alcalinité conditionne

généralement les quantités de réactifs à utiliser pour les opérations de coagulation-floculation.

L'alcalinité représente le pouvoir tampon de l'effluent et est exprimée par le titre alcalimétrique complet (TAC). Elle est mesurée par acidification de l'échantillon testé avec contrôle du dosage par procédé colorimétrique (virage de l'hélianthine), ou potentiométrique lorsque la couleur ou la turbidité des eaux résiduaires rend difficile l'observation des variations de coloration.

#### **4.3.3.2 Turbidité**

La turbidité d'eau résiduaire se définit comme l'expression de la propriété optique qui fait que la lumière est dispersée et absorbée plutôt que transmise en ligne droite à travers l'échantillon.

Cette dispersion est provoquée par l'interaction de la lumière avec les particules en suspension et traduit la réduction de transparence du milieu du fait de la présence de ces particules. Elle se mesure généralement dans des néphélométries par comparaison de la lumière diffusée et de la lumière transmise, d'une part, par l'échantillon testé et, d'autre part, par une gamme étalon constituée de solutions de formaline, sous une radiation incidente de longueur d'onde donnée.

#### **4.3.3.3 Résistivité électrique**

La résistivité représente l'inverse de la conductivité électrique, qui donne une évaluation de la teneur en sels dissous des eaux résiduaires.

#### **4.3.3.4 Matières sèches**

Les matières sèches sont mesurées par élimination de l'eau par évaporation et pesée ; elles rendent comptes à la fois des matières en suspension et des matières dissous. La température à laquelle le résidu est séché et la durée de chauffage ont une influence importante sur le résultat de la détermination; en pratique, on distingue :

**1- Le résidu sec à 100-105 °C:** qui résulte de l'évaporation simple de l'eau, mais aussi de l'évaporation, en totalité ou en partie, de l'eau occluse et de l'eau de cristallisation des sels. Des pertes en dioxyde de carbone peuvent résulter de la transformation des bicarbonates en carbonates. En outre, il peut y avoir une perte plus ou moins négligeable de matières organiques;

**2-Le résidu sec à 175-185 °C :** qui peut encore résulter de la perte d'eau de cristallisation, notamment si des sulfates sont présents.

La presque totalité de l'eau occluse est éliminée, les bicarbonates sont transformés en carbonates, certains chlorures et certains nitrates sont décomposés ou volatilisés. Les matières organiques sont peu atteintes bien que certaines d'entre elles puissent être volatilisées.

#### **4.3.3.5 Micro-polluants**

Le terme "micropolluants" désigne un ensemble de substances qui, en raison de leur toxicité, de leur persistance, de leur bio-accumulation, sont de nature à engendrer des nuisances même lorsqu'elles sont rejetées en très faibles quantités.

Les principaux micropolluants sont certains métaux et métalloïdes (mercure, cadmium, arsenic, plomb, chrome, sélénium, cuivre, thallium, ...), des composés phénoliques, des organohalogénés (lindane, DDT, PCB, ...), des organophosphorés (parathion, malathion, ...), certaines huiles minérales et certains hydrocarbures (HAP,...), des composés organo- stanniques, ou encore certains dérivés nitrés.

Hormis les métaux, les métalloïdes et certains hydrocarbures, la presque totalité des micro-polluants sont des molécules de synthèse dont la diffusion vers le milieu naturel peut se faire, entre autres, à partir des effluents industriels. Les secteurs concernés sont très divers tels que : industrie chimique, industrie des métaux; industrie papetière (synthèse d'organochlorés par blanchiment de la pâte au chlore, industrie du textile (colorants).....etc.

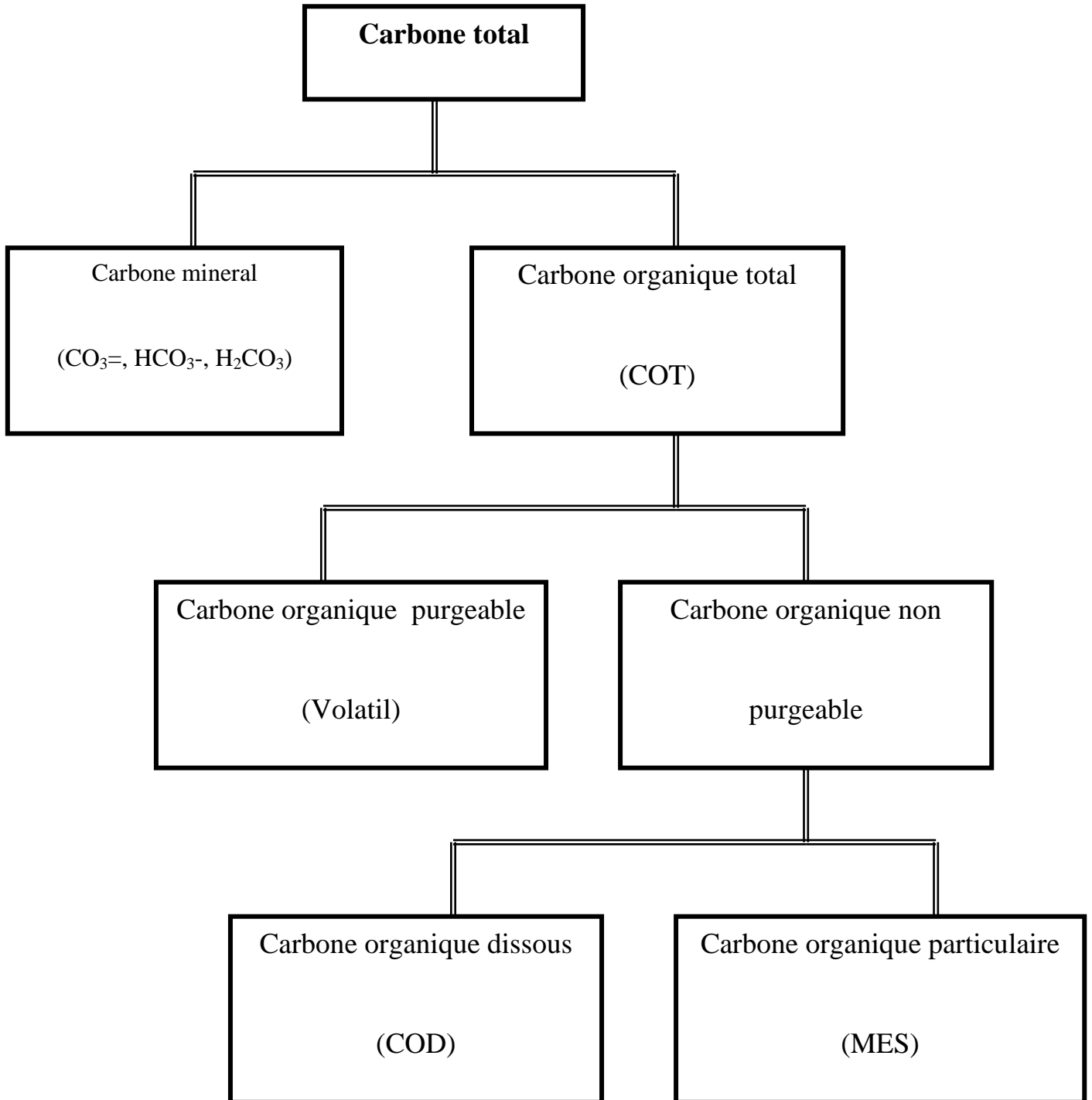
La détermination des micro-polluants peut s'effectuer par des méthodes normalisées soit spécifiques au composé recherché et faisant appel à la

spectrométrie d'absorption moléculaire (colorimétrie), la spectrométrie d'absorption atomique, la spectrométrie d'émission plasma à couplage inductif, la chromatographie ionique, etc. soit globales ou semi-globales comme, par exemple, la mesure des composés organohalogénés adsorbables sur charbon actif, qui donne des indications intéressantes dans la mesure.

#### **4.3.3.6 Carbone organique total (COT)**

Un échantillon d'eaux résiduaires est susceptible de contenir en proportions variables du carbone organique dissous et particulaire, du carbone organique provenant de substances volatiles (carbone organique purgeable), et du carbone minéral dissous (carbonates, dioxyde de carbone), voire particulaire (charbon actif).

Dans de nombreuses branches industrielles, le COT peut être corrélé de manière satisfaisante avec la DCO. Toutefois, compte tenu des différences fondamentales qui se rapportent aux deux types de mesures (d'une part, une mesure directe du carbone organique total et, d'autre part, une évaluation globale d'une oxydation chimique qui s'effectue dans des conditions opératoires bien déterminées), on constate, dès lors qu'on s'intéresse à des substances considérées isolément, que les rapports DCO/COT sont très variables selon les cas. Les différents types de charbons sont illustrés dans la figure suivante.



**Figure 2:** les différentes formes du carbone dans l'eau DEGREMONT, 1978,1998

#### **4.4 Influence de la pollution sur l'environnement**

Les rejets d'eau industriels sans traitement dans l'environnement ont des impacts très négatifs. Il peut s'apprécier au regard des élévations de température des modifications de PH, des modifications de turbidité et des consommations d'oxygène, qu'ils peuvent induire dans le milieu, ainsi que des effets spécifiques inhérents à chaque polluant ou groupe de polluants (Jean Rodier 1996, et, Sonia Rouidi.)

##### **4.4.1 Température**

La température est l'un des facteurs écologiques les plus importants parmi tous ceux qui agissent sur les organismes aquatiques. Elle joue un rôle primordial dans la distribution des espèces, aussi bien par ses niveaux extrêmes que par ses variations diurnes ou saisonnières.

En général la température de l'eau diminue avec la profondeur, car plus la profondeur est importante moins les rayons du soleil pourront pénétrer. La plupart des organismes aquatiques ont une tolérance limitée au changement de température, mais ils n'ont pas besoin de plus car la température ne subit pas de grand changement sous la surface de l'eau. Cependant lorsque un changement soudain de température arrive, cela a des effets significatifs sur les performances et la survie des organismes aquatiques.

La plupart des réactions chimiques vitales sont ralenties voire arrêtées par un abaissement important de température. A contrario, des augmentations de température peuvent avoir pour effet de tuer certaines espèces, mais également de favoriser le développement d'autres espèces en entraînant ainsi un déséquilibre écologique. Pour chaque espèce, on définit un préférendum thermique, qui correspond à la zone de température où le poisson se tient le plus facilement quand il est libre de se déplacer dans un gradient de température.

##### **4.4.2 pH**

Les eaux superficielles constituent un système physico-chimique complexe tamponné par les divers équilibres entre les espèces moléculaires ou ionisées présentes.

Des pH compris entre 5 et 9 constituent les limites dans lesquelles un développement quasi-normal de la flore et de la faune aquatique semble être permis. Par ailleurs, il est souvent difficile d'établir des critères précis en ce qui concerne la vie et la reproduction des poissons (on retient parfois comme zone optimale celle délimitée par les pH extrêmes de 6,5 et 8,5).

En général, les effets du pH se font surtout sentir par l'influence qu'exerce ce paramètre sur les équilibres entre les autres composés du milieu (azote ammoniacal, sulfure de sodium, acide cyanhydrique, etc.) lorsqu'ils ont une toxicité variable selon qu'ils se trouvent ou non sous forme ionisée.

#### **4.4.3 Turbidité (Jean Rodier 1996, et, Sonia Roudi)**

La lumière du soleil ne peut pénétrer dans l'eau que jusqu'à une profondeur d'environ 30 mètres sous la surface. Les producteurs ont besoin de la lumière du soleil pour produire de l'oxygène et les autres substances nécessaires à la survie des consommateurs. La production ne peut donc se faire que dans la zone où les rayons du soleil peuvent pénétrer. La matière en suspension peut interférer avec la pénétration de la lumière, ce qui peut diminuer la taille de cette zone où la production a lieu. L'oxygène de l'écosystème aquatique provient de l'atmosphère et de la production du phytoplancton. L'importance des matières en suspension dans l'eau réduit la luminosité et abaisse la productivité du milieu récepteur du fait, en particulier, d'une chute de l'oxygène dissous consécutive à une réduction des phénomènes de photosynthèse.

Les effets mécaniques des matières en suspension sont également importants. Les matières en suspension sont de nature à engendrer des maladies chez le poisson et même l'asphyxie par colmatage des branchies. Par ailleurs, les matières décantables sédimentent dans les zones de frayes et réduisent les possibilités de développement des végétaux et des invertébrés de fond (agissant ainsi sur l'équilibre global de la chaîne alimentaire du système aquatique).

#### **4.4.4 Consommation d'oxygène** (Jean Rodier 1996, et, Sonia Rouidi)

Le pouvoir d'inhibition de la vie piscicole par consommation de l'oxygène du milieu peut être valablement estimé au vu des valeurs de la demande biochimique en oxygène, de la demande chimique en oxygène et de la teneur en azote réduit des eaux résiduaires rejetées.

En particulier, on rappellera que la consommation d'oxygène consécutive à la minéralisation de l'azote ammoniacal par les bactéries nitrifiantes du milieu (non prise en

compte ni dans l'expression de la demande biochimique en oxygène sur cinq jours, ni dans celle de la demande chimique en oxygène) est très importante puisque l'oxydation de 1 mg d'azote ammoniacal en nitrates s'accompagne d'une consommation de l'ordre de 4,5 mg d'oxygène.

Dans ces conditions, des rejets présentant une charge élevée en azote réduit peuvent engendrer des phases d'asphyxie du milieu lorsque la dilution est insuffisante. Enfin, par l'intermédiaire du phénomène d'eutrophisation, les rejets d'azote et de phosphore sont indirectement de nature à entraîner de fortes variations journalières du taux d'oxygène du milieu aquatique : en effet, ce taux peut significativement chuter la nuit, où une consommation élevée d'oxygène due à une biomasse surabondante se substitue à sa production photosynthétique diurne. En plus le rejet d'eau plus ou moins chaude diminue la solubilité de l'oxygène dans l'eau et elle pousse aussi les organismes vivants dans l'eau à respirer plus rapidement. Beaucoup d'organismes meurent par manque d'oxygène, ou deviennent plus sensibles aux maladies.

#### **4.4.5 Azote** (Jean Rodier 1996, et, Sonia Rouidi)

Les nitrates en eux-mêmes semblent peu toxiques vis-à-vis de la faune aquatique. L'azote des nitrates avec, dans une moindre mesure, celui des nitrites et de l'ammoniaque, est l'un des éléments nutritifs majeurs des végétaux, dans lesquels il est métabolisé pour fournir essentiellement des protéines, des acides nucléiques et les polymères des parois cellulaires. Les nitrates constituent un facteur d'eutrophisation mais, pratiquement, on estime qu'ils n'induisent pas de

développement d'algues gênantes en dessous d'une teneur de 2 à 5 mg/l dans le milieu récepteur.

Les nitrites peuvent être présents dans l'eau sous forme non ionisée d'acide nitreux ( $\text{HNO}_2$ ) ou ionisée ( $\text{NO}_2^-$ ). La première forme, qui apparaît dans certaines conditions de température et de pH, est la plus toxique pour les organismes vivants. Dans le milieu naturel, sa toxicité se manifeste à faible dose.

L'azote ammoniacal se trouve dans les eaux sous forme ionisée ( $\text{NH}_4^+$ ), peu néfaste vis-à-vis de la faune aquatique, ou sous forme hydratée ( $\text{NH}_3$ ) qui, en revanche, peut entraîner de graves conséquences sur les milieux récepteurs du fait de sa toxicité. L'ammoniaque provoque, même à de faibles concentrations, des lésions branchiales qui limitent les échanges entre le sang et le milieu extérieur. Souvent, on admet comme teneur maximale en azote ammoniacal non dissocié la valeur de 0,025mg/l, voire 0,005 mg/l afin d'écartier tout risque d'effet toxique à long terme.

Le rapport  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$  décroît lorsque le pH et la température augmentent. Dans la plupart des eaux superficielles, dont le pH est compris entre 6,5 et 8,5, la plus grande partie de l'azote ammoniacal se trouve sous forme ionisée, donc peu toxique.

#### **4.4.6 Phosphore**

Les orthophosphates présentent rarement une toxicité vis-à-vis du poisson et sont d'ailleurs utilisés en pisciculture pour augmenter la biomasse planctonique. Cependant, en trop grandes quantités, ils favorisent l'eutrophisation.

A ce titre, outre la réduction du taux d'oxygène du milieu aquatique la nuit, on rappellera que les principales nuisances liées à l'eutrophisation sont :

- une modification de l'équilibre carbonique et une élévation du pH le jour par accroissement de la photosynthèse, ce qui peut provoquer des phénomènes de toxicité aiguë de l'ammoniac;
- une gêne pour la production d'eau potable du fait de la prolifération de phytoplancton, qui perturbe la décantation et la filtration, et du fait de la

- sécrétion de substances toxiques par certaines algues, qui confèrent un goût désagréable à l'eau ;
- un risque de relargage de substances indésirables ou toxiques (hydrogène sulfuré, métaux lourds, ...) par le dépôt de matière organique dans le lit des cours d'eau et le fond des lacs;
- une toxicité pour le poisson dans les cas extrêmes, soit par colmatage direct des branchies, soit en raison des sécrétions des algues.

Pour les eaux douces, le phosphore est généralement considéré comme le facteur limitant sur lequel il est possible d'agir efficacement pour combattre l'eutrophisation, tandis que l'azote serait limitant pour l'eutrophisation des eaux marines.

#### **4.4.7 Hydrocarbures**

L'impact écologique de la pollution par les hydrocarbures se traduit par trois grands types de phénomènes :

- Régions des peuplements par mortalité et dégénérescence.
- Mise en place d'une succession secondaire à la suite de l'apparition d'espaces non occupés et la modification de certains paramètres écologiques.
- Perturbations de paramètres biologiques (taux de fécondité, croissance).

Ces trois phénomènes ne se mettent pas en place simultanément mais apparaissent successivement dans le temps .cette échelle temporelle peut se doubler d'échelle spatiale, encore faut-il distinguer le type d'organisme auquel on à faire (GLEMAREC, 1981).

Le risque dû aux hydrocarbures est plus ressenti par l'écosystème aquatique que tout autre .En effet, une fois étalés à la surface ou en émulsion dans l'eau, les hydrocarbures occasionnent diverses nuisances :

- Une modification des échanges gazeux entre l'air et l'eau, d'où une diminution de la quantité d'oxygène dissous.

- Une réduction de la photosynthèse due à une augmentation de la réflexion des rayons solaires à la surface de l'eau, provoquant à moyen et long terme la destruction de l'habitat sous marin, par la mort de la flore marine.

A leur tour les hydrocarbures volatils sont fortement impliqués dans les phénomènes perturbants des équilibres terrestres. Avec le NO<sub>x</sub> et le CO, les hydrocarbures volatils évoluent chimiquement dans la troposphère sous l'effet du rayonnement solaire et sont à l'origine d'une pollution photochimique caractérisée en particulier par une production d'ozone troposphérique qui entre dans la formation du smog. Ils interviennent également dans le processus de l'effet serre, la formation des pluies acides et la destruction de la couche d'ozone, qui sont des problèmes difficiles à résoudre et pourraient même être irrécupérables.

Sur le littoral, des écosystèmes entiers sont vulnérables à la pollution pétrolière à commencer par le récif corallien, les marais salants et les mangroves. Les hydrocarbures qui s'infiltrent dans les sédiments peuvent réduire considérablement la capacité de production des habitats de poissons pendant des années, voire des décennies.

Il faut noter que sur le plan économique, la pollution pétrolière peut également endommager les élevages piscicoles du littoral (notamment les élevages de saumons et les parcs à huîtres, ainsi que souiller les marinas et les plages des balnéaires).

La contamination des sols par les hydrocarbures peut également causer de nombreux problèmes en raison de leurs mobilités et de leurs persistances dans l'environnement, parmi lesquels :

- La réactivité chimique et la volatilité des hydrocarbures peuvent entraîner un danger d'incendie, ou d'explosion. Ce danger est d'autant plus important que si les vapeurs pénètrent dans un espace clos.
- Les hydrocarbures légers sont mobiles, et peuvent être transportés sur de grandes distances, dans les nappes d'eau souterraine ou dans l'air.
- Les hydrocarbures lourds persistent longtemps dans le sol, et provoquent une toxicité certaine pour la santé humaine, et pour l'environnement.

- Les hydrocarbures peuvent dégrader la qualité du sol, en perturbant la rétention et la transmission de l'eau ou le cycle des substances nutritives des plantes, ils peuvent aussi affecter le degré d'aération du sol.
- Les hydrocarbures présents sur, ou dans le sol peuvent causer des problèmes d'ordre esthétique, notamment une odeur, un goût, ou une apparence désagréable.

Enfin, on retiendra que les effets de toxicité des hydrocarbures, outre leur origine intrinsèque, sont souvent en grande partie liés aux additifs qui ont été incorporés au stade de leur fabrication industrielle (phénols, amines aromatiques, ....)

#### **4.4.7.1 Influence des hydrocarbures sur les biocénoses (TEIP 1972)**

Les échanges des organismes vivants avec leur environnement sont complexes. Leurs réactions en présence des hydrocarbures déversés le sont également, ceci fait que les effets peuvent être subtils chez certains êtres vivants et mortels chez d'autres.

Des études ont montré que les effets des hydrocarbures sur les organismes vivants, dépendent aussi de la nature des hydrocarbures. Il est généralement admis que les hydrocarbures aromatiques sont les plus toxiques, suivis les séries oléfiniques et paraffiniques.

Il a été constaté que les doses allant de 80 à 90 ppm pour le benzène et le toluène, et de 4 à 5 ppm pour le naphthalène et l'antracène, sont toxiques pour les poissons. Alors que les hydrocarbures aliphatiques moins toxiques, provoquent des perturbations de certains mécanismes biologiques par blocage et saturation des organes récepteurs.

#### **4.4.7.2 Effets des hydrocarbures sur les organismes planctoniques**

(TEIP 1972)

Le plancton est particulièrement vulnérable aux hydrocarbures, car il ne peut éviter les zones contaminées et toute altération l'affectant, se répercutera sur les niveaux trophiques plus élevés. **CONOVER** (1971) indique chez les phytoplancton une variation de la dose létale allant de 0.1 à 1000 ppm selon les espèces, avec des réductions de croissance notées à partir de 0.01 ppm (**MICHEL**, 1976).

L'incorporation des hydrocarbures dans les cellules des algues planctoniques atteint, directement les herbivores et peut même, atteindre tous les niveaux des chaînes alimentaires.

Le zooplancton est aussi un maillon critique de la chaîne trophique, puisqu'il alimente les poissons, les mammifères marins et les oiseaux. Dans ce contexte **CONOVER** (1971), indique aussi que toutes les espèces zooplanctoniques testées, meurent en 24 heures avec des doses de 100 ppm d'hydrocarbures .avec 1 ppm d'hydrocarbures les adultes survivent la plus part du temps, mais leurs larves meurent après deux ou trois jours (MICHEL.1976).

#### **4.4.7.2.1 Effets des hydrocarbures sur les plantes marines**

(TEIP 1972)

Toutes les plantes aquatiques et principalement les algues benthiques, sont considérées comme un arbi naturel nécessaire à un équilibre écologique normal. Or de nombreuses d'entre elles, comme le varech, la mangrove, les mousses de mer et les algues sont affectées par les déversements d'hydrocarbures.

Les mécanismes de toxicité vis-à-vis de ces derniers, mettent en jeu une altération de la perméabilité de la membrane cellulaire, bloquant les échanges vitaux et allant jusqu'à la destruction des cellules.

Il faut noter aussi que les espèces supportent très différemment l'action des hydrocarbures, et il a souvent été constaté que les algues vertes résistent mieux que les autres, et profitent de l'élimination de ces derniers pour proliférer.

#### **4.4.7.2.2 Effets des hydrocarbures sur les poissons**

Les poissons peuvent être atteints par la pollution pétrolière en consommant des organismes contaminés ou en cherchant leur nourriture dans des zones polluées. Ainsi les hydrocarbures dissous ou dispersés dans l'eau peuvent être ingérés ou absorbés par les branchies et s'accumulent dans le foie, la vésicule biliaire et l'estomac. Il peut en résulter une contamination de la chair qui rend le poisson impropre à la consommation.

Recouverts de mucus, les poissons présentent en engluement plus éventuel que les oiseaux marins. Toute fois, leurs muqueuses branchiales étant particulièrement sensibles, des troubles respiratoires peuvent se présenter en cas de pollution due aux hydrocarbures .d'autres effets sublétaux apparaissent par altération des

fonctions vitales : inhibition de croissance, modification des comportements (migration, fécondation). Les poissons présentent une plus grande sensibilité dans les premiers stades de leur vie .**BUTTLER, BERKERS et POWLES** (1974) rapporte que dans la zone polluée par le Torrey Canyon, les œufs de sardine étaient morts dans une proportion de 50 à 90% et que les larves étaient absentes ou peu nombreuses dans les prélèvements de plancton.

Des anomalies ultrastructurales dans les tissus ovariens , en plus des anomalies cellulaires dans les tissus branchiales , ont été décrites chez le saumon et dans les poissons plats vivant au dessus de sédiments pollués .

C'est avec cette démarche que nous allons aborder le problème d'une zone très fortement polluée par la raffinerie des corps gras de BEJAIA. Généralement les problèmes d'environnement de l'industrie des corps gras se situent au niveau de l'eau car elles déversent d'énormes volumes d'eaux résiduaire à pH variable et très riche en matière organique (**DONKIN MJ** 1977, **GARRIDO J.M** et al 2001, **HAMDANI et al** 2001, **MOLLETTA R** et al 1999)

L'unité de production de l'entreprise de l'UP7 est située a BEJAIA est chargée du raffinage des huiles alimentaires (100 T/J) ; de la production du savon (87T/J) de la concentration et de la dilution de la glycérine (12 T/J) du traitement des sous-produits de savonnerie et des huileries et de la récupération des sous produits de la pâte de neutralisation, elle utilise l'huile brute de colza et de tournesol, cette dernière est débarrassé de ses impuretés en la soumettant à un traitement à l'acide sulfurique puis à la soude suivi de sa décoloration par mise en contact par un adsorbant solide et de sa désodorisation obtenue par distillation sous vide à haute température et par injection. D'importants débits sont utilisée par l'unité raffinerie de BEJAIA 1140 m<sup>3</sup>/j d'eau de ville, 40m<sup>3</sup>/j en circuit fermé pour l'alimentation des chaudières et 1130 m<sup>3</sup>/j d'eau marine pour le refroidissement des installations, tous les rejets sont déversés à la mer (HAMDANI A 2002) sans aucun traitement préalable et au non respect des normes algériennes pour la qualité des rejets industriels, voir tableau (3).

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
T	°c	30°
PH	-	5,5 à 8,5
MES	mg/l	30
DBO <sub>5</sub>	mg/l	40
DCO	mg/l	120
PHOSPHATE	mg/l	2
FER	mg/l	5
Hg	mg/l	0,01
Pb	mg/l	1

**Tableau 3 : Normes algériennes pour les rejets d'effluents liquides industrielle  
Décret n° 93 – 160 du 10/07/93**

Le traitement de cet effluent par coagulation/floculation suivi d'une clarification pour retirer les matières colloïdales d'origines organiques ou minérales, présentes dans l'eau est donc indispensable pour préserver le milieu naturel (**BERSILLAN** 1978, Lefèvre et al 1980). Les sels métalliques d'hydrolysats d'aluminium ou de fer constituent la grande majorité des coagulants utilisés (**MOFFET** 1968 Fessinger et al 1977). En effet la pollution marine a fait des travaux concernant le rejet des polluants dans le littoral. En 1971, **E.H DUTSMAN** et col. ont étudiés l'accumulation des pentachlorobiphényles (P.C.B) dans les biocénoses littorales de la côte de Floride, ils retrouvent des facteurs de concentrations de l'ordre 10 dans les huîtres et crevettes de 50 dans les poissons.

En 1973, **O WARE** et **ADDISON** ont étudié la pollution des biocénoses par les composés organochlorés, leurs travaux ont mis en évidence les véritables concentrateurs biologiques, capable de pomper littéralement les traces infimes des contaminants présents dans les eaux. En 1967 des observations faites sur le littoral hollandais de la mer du Nord par **J. H KOEMAN** démontrent une forte contamination des moules et des poissons de la zone néritique par la dieldrine. En 1974 **J.W. ROBINSON** a repris les travaux de **J.H KOEMANN** (1967) sur la pollution

de la mer du Nord par la Dieldrine et ses effets sur la biomasse. En 1964 les travaux de **C. OSTERBERG** et ces coll. ont porté sur les rejets d'une centrale nucléaire installée à proximité de la rivière Columbia, ces auteurs ont exposé dans le milieu naturel de la côte pacifique, ces chercheurs ont le mérite d'être parmi les premiers à attirer l'attention sur le danger grave, l'homme qui constitue la bioamplification des produits radioactives le long des chaînes alimentaires.

En 1993 **BENGUEDDA** a mis en évidence dans la partie occidentale du golf d'Arzew les niveaux de contamination métallique chez de nombreux organismes marins. En 1998 **BOUTIRA** constate une forte pollution bactériologique avec une incidence sur la santé publique. Dans le nord de la méditerranée de nombreux travaux de recherches ont pu démontrer que la pollution d'origine tellurique faisait subir un lourd préjudice au milieu marin ; nous citerons les travaux suivants : **GILET** (1959) **AUBERT** et al (1967) ARFI et **LEVEAU** (1983), **KERAMBRUN** (1983). En 1980 **DARMOUL** et al ont mené des travaux qui ont mis en évidence l'impact de l'extension du développement industriel sur le littoral.

En 2002 **GHARSALLAH** en étudiant les pollutions de la mer par les rejets de la raffinerie de la SOGEDIA de ANNABA constate des niveaux non négligeables de contamination métallique. En 1987 **KHALANSKI** a mis en évidence l'impact des rejets des centrales thermiques sur l'écosystème marin, il a mis en exergue les conséquences écologiques d'une telle chloration se sont traduit vraisemblablement par une mortalité très élevée des bactéries marines et du plancton dans la zone du rejet. Or ces auteurs, qui ont étudié ces polluants ne proposent pas des techniques d'élimination pour remédier à ces problèmes. De nombreux procédés sont mis à l'œuvre par divers auteurs, en 1967 les essais au laboratoire par floculation-décantation effectués par THIEBAULT sur eau de rivière (la seine) enrichie ont donné des rendements d'épuration de 10 à 30% quelque soit le milieu, avec des réactifs variés (le WAS, le PCRA sont des polychlorures d'aluminium).

**Tableau 4 pourcentages d'élimination selon les floculants**

Floculant [C] mg/l	WAC 25	PCBA 36	AL <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> 20	FeCl <sub>3</sub> 20	FeCl SO <sub>4</sub> 20
Eau de seine Parathian 28% 2,5 g/L	16%	16%	16%	28%	20%
Eaudu réseau Parathian 22% 0,2 g/L	16%	22%	25%	12%	

Des résultats semblables (rendement d'élimination de 20% ont été obtenus au cours d'essais en station pilote sur rivière a un débit de 4,6 m<sup>3</sup>/h (RORECK) le produit rajouté en tête de station était à une concentration initiale de 10 mg/L. Le traitement comprenait le protocole suivant ; coagulation, décantation, filtration sur sable à 5m<sup>3</sup>/h avec des doses de sels d'aluminium de 25 à 40 mg /L et de 5 à 8 mg/L de silice activée. **RICHARD** relate des essais de longue durée effectués à l'échelle industrielle sur la station de traitement d'eau de seine vignes ( 600 m<sup>3</sup>/h) pendant une période de 500 jours (en 1971 -1972 ) une disparition moyenne de 15 à 20 % des organophosphorés globaux a été observée ( pour une présence d'entrée de 0,2 à 0,5 µg/l. la teneur en MES à l'origine était de 40 mg/L .Le traitement comprenait une pré - chloration ( 6 à 8 g/m<sup>3</sup> ) une coagulation au sulfate d'aluminium ( 50à70 mg/h) avec adjuvant ( 1à 2,5 g/m<sup>3</sup> de silice activée suivi d'une décantation et d'une filtration sur sable à 5m<sup>3</sup>/h .

En 1999 **HADDADI S** dans son mémoire d'ingénieur constate le niveau élevé des rejets de mer de la raffinerie des corps gras d'Alger, pour cela il opéré par une déshuilage suivi d'une coagulation – floculation les résultats obtenus montrent qu'une grande partie des matières grasses, des matières en suspension, demande chimique en oxygène est éliminée.

En 1998 **CHALAL. H** propose pour la pollution des procédés d'épuration aspects techniques institutionnels et économiques. Les travaux effectués par **KLOUCHINE** et al (1983) sur la pollution de l'eau de mer par la raffinerie des corps gras de ANNABA

pour un essai d'élimination des matière organiques polluant l'eau de mer, propose pour un essai au laboratoire d'une installation simple la flottation, permettant de réaliser l'étude du processus aux régimes statiques et dynamiques, les résultats obtenus montrent une efficacité assez grande de l'application de ce procédé. Voir tableau (MOLLETTA et al 1999)

DJENANE ABDELHALIM et al. Ont étudié la biodégradabilité par lagunage à microphytes de quelques effluents dans le milieu naturel par une papeterie d'Alger les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 5 : Résultat d'analyse de l'échantillon d'eau de bassin de la station maritime de Annaba.**

N° échantillon	Concentration des Substances dans le solvant en g/l					Transparence
	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CCl <sub>4</sub>	Valeurs moyennes			
Résidu sec			Résidu calciné	Perte à feu		
<b>Avant traitement</b>						
1	1,68	1,21	1,455	0,65	0,805	Trouble
2	1,60	1,29	1,455	0,58	0,875	Trouble
3	1,72	1,30	1,51	0,67	0,84	Trouble
<b>Moyenne</b>	1,67	1,27	1,47	0,63	0,64	
<b>Après Traitement</b>						
1	0,34	0,26	0,30	0,18	0,12	Transparence
2	0,41	0,39	0,40	0,25	0,15	Transparence
3	0,37	0,27	0,32	0,23	0,09	Transparence
<b>Moyenne</b>	0,37	0,31	0,34	0,22	0,12	
<b>Concentration des substances dans la phase donneuse après l'extraction</b>						
	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	CCl <sub>4</sub>	Valeur moyennes			
			Résidu sec	Résidu calciné	Perte à feu	
<b>Avant le traitement</b>						
1	26,03	23,61	24,82	5,02	19,80	trouble
2	25,90	24 ,20	25,05	4,95	20,10	trouble

3	26,14	24,76	25,45	4,95	20,50	trouble
<b>Moyenne</b>	26,02	24,19	25,11	4,97	20,13	
<b>Après traitement</b>						
1	13 ,23	11,87	12,55	4,00	8,55	Transparent
2	15 ,20	11,34	13,27	3,82	9,45	Transparent
3	14,60	12,00	13,30	3,60	9,70	Transparent
<b>Moyenne</b>	14,37	11 ,77	13,04	3,81	9,21	

**Tableau 6 biodégradabilités par lagunage à microphytes de quelques effluents dans le milieu naturel par une papeterie d'Alger**

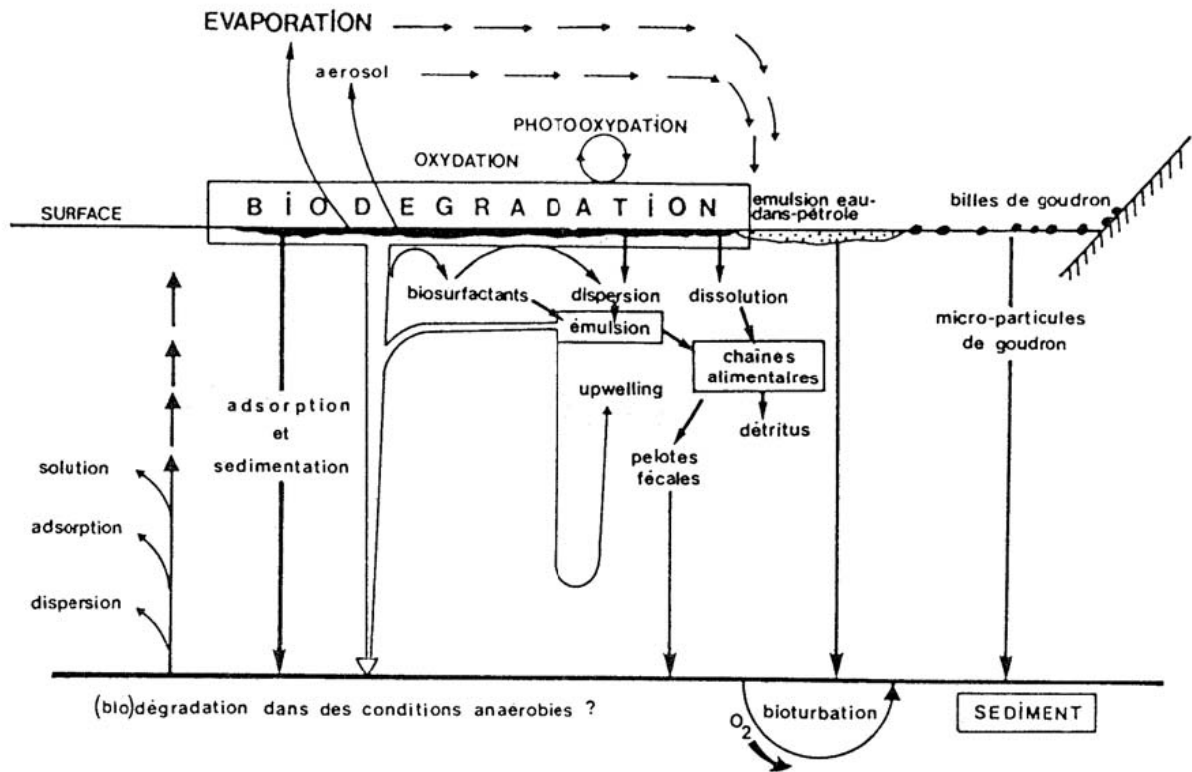
Paramètres	pH	°C	O2 MG/H	BEO MG/H	N MG/H	P MG/H	MES MG/H
Effluent 1	6,69	15,9	3,6	1370	10,72	4,08	204
Effluent 2	3	16,7	10,5	665	3,92	13,24	20

Les résultats obtenus lors de cette étude ont montré des rabattements de la DCO et MES en fonction du temps et qui font apparaître une bonne biodégradabilité. Les travaux réalisés par G. MATTEI concernant la biodégradabilité par une communauté bactérienne naturelle d'un pétrole brut en fermenteur et en culture continue, une biomasse de 7,6 g/l est dégradée à 80% à une vitesse de 0,73 g/l heure. Ce procédé a été utilisé pour dégrader les déchets pétroliers provenant de l'AMOCO Cadix. En 1978 **J GANTER** en étudiant la réduction de la charge organique d'un rejet d'une usine de Marseille de la branche pratiquant le raffinage des huiles alimentaires par un essai de traitement biologique par boues activées obtient les résultats suivants 5.

Du fait de la très faible solubilité des hydrocarbures dans l'eau et de leur densité qui est légèrement inférieure à l'unité, les hydrocarbures rejetés dans les océans s'étalent à la

surface avant de subir une série de modifications suite à l'action de facteurs abiotiques et

biologiques (Figure I.3). L'action simultanée de ces différents facteurs aboutira à l'élimination de cette pollution (**BERTRAND et MILLE**, 1989; U.S. Congress, Office of Technology



**ASSESEMENT**, 1991). Les facteurs environnementaux sont:

**Figure 3** Processus physico-chimiques et biologiques intervenant dans l'évolution d'une

nappe de pétrole en milieu marin (**BERTRAND ET MILLE**, 1989).

**Tableau 7 raffinages des huiles alimentaires par un essai de traitement biologique par boues activées.**

<b>Avant traitement</b>	<b>Après traitement</b>
PH : 6	DCO : 200 à 250 mg/l de O <sub>2</sub>
PCO : 3057 M/H en O <sub>2</sub>	DBO <sub>5</sub> : 30 à 40 mg/l de O <sub>2</sub>
MEST : 13 mg / l	MEST : 50 à 100 mg/l
DBO <sub>5</sub> : 1645 mg/l en O <sub>2</sub>	Couleur : jaunâtre
Huile : 13,4 mg/l	Rendement DCO 95 %
Azote total : 51,5 mg/l.	DBO <sub>5</sub> 98 %
Couleur : Jaune clair	

PC : pompe centrifuge

CUF : cassette d'ultrafiltration.

En 1997 Philip **LEKEAMY** agenda et al en étudiant la dépollution des eaux usées, ils utilisent le lagunage à *Pestacia stratiotes* voir fig. 1 – 2.

En 2005 Z **SAAD** et al. Ont étudié la dépollution des eaux de surface au LIBAN pour deux rivières **GHADIR** et **IBRAHIMI** par le système de coagulation /floculation, en utilisant comme coagulant l'Al<sub>3</sub>, ils déduisent que le traitement par coagulation – floculation élimine préférentiellement la matière en suspension dans les eaux de rivière. L'épuration obtenue est meilleure pour la rivière IBRAHIM que pour GHADIR. Un échange cationique avec les polycations Al<sub>3</sub> au niveau des Floccs formés impliquent une augmentation du calcium dans le surnageant et une diminution du sulfate.

En 1975 **VEDRY** B en étudiant l'épuration des eaux usées par un traitement biologique qui consiste en une consommation de la matière organique contenue dans les eaux usées par des microorganismes déjà présents dans ces eaux en présence d'oxygène qui par la croissance de la Faune et de la Flore donne lieu à des Floccs qu'on élimine par décantation schéma I - 1

**Tableau 8 : Caractéristiques des Boues Activées en Fonction du Mode d'exploitation du Bassin :**

Ces ordres de grandeur n'ont qu'une valeur indicative des rapports entre haute, moyenne et faible charge.

	<b>Bassin haute charge</b>	<b>Bassin moyenne charge</b>	<b>Bassin faible charge</b>
Aspect des boues	Bistre léger	Marron clair	chocolat
Charge massique kg DBO <sub>5</sub> /Kg MS/j	> 1	0,1 à 1	<0,1
Charge volumique kg DBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> /j	> 3	0,3 à 3	<0,2
Temps de séjour moyen en heures	< 1h	2 à 5 h	>5 h
Production de boues en excès kg MS/kg DBO <sub>5</sub> /j	1,2	0,9 à 1	<0,6
Age des boues en jour	1	2 à 5	> 15
Ordre de grandeur du taux de recyclage (%)	100 %	100 %	500 %
Indice Mohlman	> 150	100 à 200	50 à 80
MS usuelle en mg/litre en aération	1.000 – 2.000	2.000 – 3.000	> 4.000
MV en % de MS	75 %	70 à 75 %	55 à 65 %
Respiration en endogène en mg O <sub>2</sub> /g/h	10	3 à 10	< 3
Teneur en N total par g de boue mg/g	80	70	50

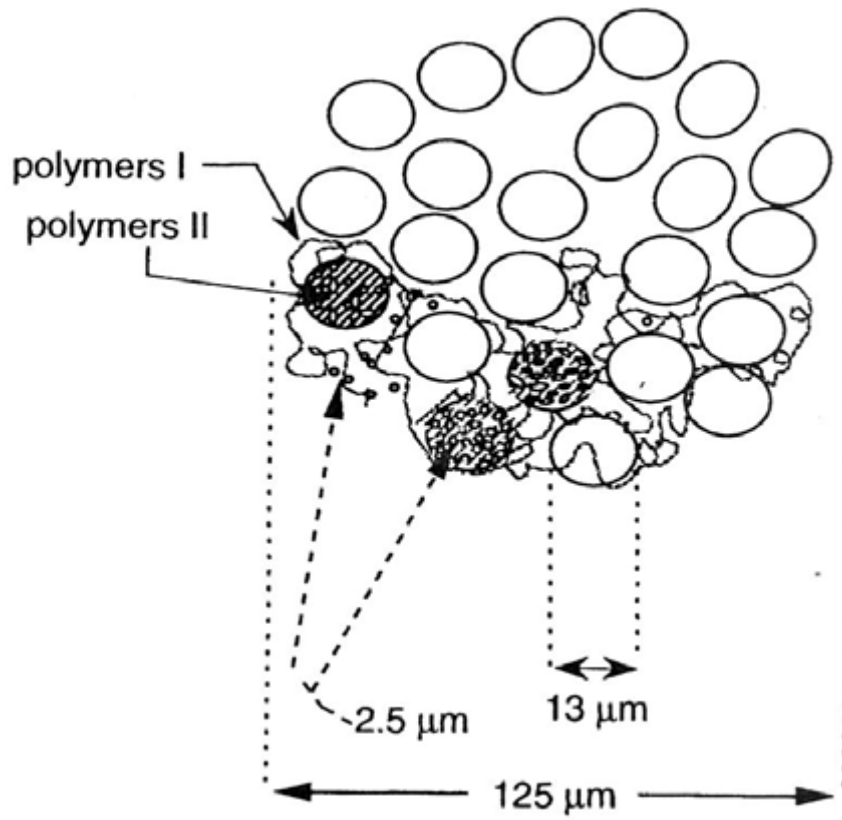
pour tous les paramètres analysés le nombre de données est de 34 mesures par période,

les valeurs qui correspondent à des accidents n'ont été prises en compte.

Les concentrations annuelles moyennes enregistrées présentent des variations estimées à +10%. Puis il étudie les caractéristiques de boues activées en fonction du mode d'exploitation du bassin les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (7).

A. **YACOUBI** et I. **AYELE** [83] ont étudié la contamination des eaux naturelles par les micro-polluants tels que les herbicides en procédant par un traitement sur charbon actif pour satisfaire les normes de potabilité sur les eaux distribuées.

**Fig. 4 : Structure des floes de boues activées : modèle proposé par Jorand et al. (1995).**



# **CHAPITRE II**

# **PRESENTATION DE LA REGION ETUDIEE**



Secteur Agricole

Secteur Industriel

Secteur Habitat

Secteur Administratif

### **1- Situation géographique :**

Situation au nord-est de la région centr du pays, la wilaya de Béjaia est délimitée par :

La Wilaya de Jijel à l'Est.

Les Wilayas de Bouira et de Tizi-ouzou à l'Ouest.

Les Wilayas de Bordj-Bou-Arréridj et de Sétif au Sud.

Au nord, elle est ouverte sur la Méditerranée sur une longueur qui a voisine 100 km. Du point de vue administratif, elle est constitué de 52 communes ; regroupées en 19 Dairas. Son territoire s'étend sur une superficie de 3.261,26 km<sup>2</sup> pour une population estimée au 31 Décembre 1993 à 829.280 habitants soit une densité dépassant 250 habit./km<sup>2</sup>.

Le relief de la Wilaya se compose de trois (03) zones bien distinctes.

La plaine côtière, d'une largeur de 30 km s'étend de ..... l'embouchure de l'Oued Soummam à l'Ouest à l'embouchure de l'oued Agrioun à l'Est.

La vallée de la Soummam, d'une longueur de 80 km et d'une largeur maximale de 04 km sépare les deux ensembles de montagnes « Bilans » à l'est et « Akfadou », « Gouraya » à l'Ouest.

La zone montagneuse prédominante, occupe les trois quarts (3/4) de la superficie totale de la wilaya et présente des pentes supérieures à 25 % ; les sols en majorité siliceux sont érodés.

## **2 - Climat :**

La wilaya de Béjaïa reçoit en moyenne 670 à 1000 mm de pluies par an, (soit 88 à 90 jours de pluies), les températures sont adoucies sur le littoral (hiver doux, été chaud), un peu moins dans la vallée de la Soummam.

La zone montagneuse voit au contraire les gelées fréquentes. Les vents dominants sont les vents du nord-ouest (vent marins qui s'engouffrent facilement dans la vallée de la Soummam). Le littoral n'est pas à l'abri du sirocco.

## **Hydrographie :**

Faisant partie d'une région assez arrosée, la wilaya de Bejaia est traversée par plusieurs oueds ; les plus importants sont :

L'oued Sommam

Djemma

Agrioun

Zitoun

Bou-Sellam

Amacin

Ainsi, la wilaya de Béjaia se présente comme un espace montagneux coupé par la vallée de la Soummam et la plaine côtière.

L'espace montagneux se caractérise par une faiblesse des superficies et des insuffisances en matière d'équipements et d'infrastructures de liaisons.

En revanche, la zone de plaine, en raison d'une topographie favorable, des potentialités en terres agricoles, des réservoirs aquifères importants, d'une concentration des infrastructures en équipements, constitue un espace privilégié au développement des activités et des échanges. Le peuplement de la wilaya (829.280 habitants) se distingue par son caractère rural (68% de la population totale) et l'importance de l'habitat groupé (70% de la population est agglomérée).

Estimée à 158.200, la population active de base (16-65 ans) représente 19 % de la population totale de la wilaya.

L'effectif des occupés s'élève à 122.700 soit un taux d'occupation de l'ordre de 77,6%.

Par secteur d'activité, les occupés se répartissent comme suit :

Agriculture 9%

Industrie 17%

BTP 20%

Commerce et service 54%

### **3 - Hydraulique :**

Ressources en eau et mobilisation

Potentialités totales reconnues : 194 millions de m<sup>3</sup>

Dont eau souterraine : 92 millions de m<sup>3</sup>

Ressources en eau effectivement mobilisées : 95 millions de m<sup>3</sup>

Dont eau souterraine : 46 millions de m<sup>3</sup>

01 barrage d'une capacité de 109,12 millions de m<sup>3</sup> utilisé pour la production d'énergie électrique

42 retenues collinaires d'une capacité de 1,8 millions de m<sup>3</sup>

01 barrage en cours de réalisation (Tichy-haf d'une capacité de 150 millions de m<sup>3</sup>)

#### **4 - Industrie :**

La wilaya de Béjaia dispose d'un tissu industriel important. Les différentes branches d'activités sont largement présentes avec toutefois un prédominance de l'industrie manufacturière et de transformation.

Le secteur des industries légères avec six grands complexes textiles et deux complexes de transformation du cuir occupe la majeure partie de la population active.

#### **5- Zone Côtière :**

Cette zone s'étend de l'embouchure de l'Oued Soummam à celui de l'oued Agrioun, soit de 30km environ.

Cette bande côtière retardée au niveau des villages de tichy et Aokas étroite (200 à 2000 m) est principalement composée de terre sablonneuse.

**Fig. 05** Représentation de la zone côtière de la Wilaya de Bejaïa.



# **CHAPITRE III**

**GENERALITES SUR  
LA POLLUTION  
MARINE  
ET INDUSTRIE  
OLEICOLE**

## **1. Historique :**

L'intérêt porté à la pollution marine a pris de l'importance il y a un quart de siècle environ jusqu'alors, ce problème ne préoccupait que quelques chercheurs et bureaux d'études des pays industrialisés qui ont pour objectif la recherche de certains effets nocif ou la valorisation des substance utilisables.

Aujourd'hui la pollution des rejets industriels sur le milieu marin préoccupe le monde entier et même de hautes autorités économiques et sociales à savoir l'OMS et l'UNESCO.

## **2. Définition de la pollution :**

En 1978 **RAMADE F.** définit le terme pollution en général désigne « l'ensemble des rejets de composés toxiques que l'homme libère dans l'écosphère mais aussi les substances qui sans être dangereuses par les organismes, exercent une influence perturbatrice sur l'environnement », nous pouvons dire également en d'autres termes, que la pollution est une modification défavorable du milieu naturel pouvant affecter l'homme directement ou au travers des ressources agricoles en eau et autres produits biologiques. Elle peut l'affecter en l'altérant les objets physiques qu'il possède, les possibilités récréatives du milieu.

Quand à la pollution marine elle a été définie de diverses façons. Dans un sens, elle consiste en l'addition du milieu marin de toute chose qui peut avoir un effet néfaste sur la Faune la flore. La conférence technique de la FAO en a proposé la définition suivantes : la pollution et « l'introduction par l'homme dans le milieu marin de substances pouvant entrainer des effets délétères tel que dommages aux ressources biologiques, dangers pour la santé humaine, entraver aux activités maritimes y compris les pêcheurie, détérioration des qualités de l'eau de mer pour son utilisation et réduction des possibilités dans le domaine des loisirs ». elle n'est en fait que la simple extrapolation au milieu marins de cette donnée pour les eaux continentales en 1961 telle qu'elle est rapportée par R ; COLAS dans son livre la pollution des eaux. Le pétrole, première source d'énergie, a connu une progression ininterrompue de

son extraction pendant plus d'un siècle. Suite au développement du transport et de l'industrie, la production mondiale n'a cessé d'augmenter pour atteindre 11 millions de tonnes par jour (11Mt/j) en 2000 et on s'attend à une augmentation de la production de 1,9 % / an dans la décennie actuelle. Des estimations de la consommation mondiale de pétrole, suggèrent une augmentation de l'ordre de 44,7 millions de barils par jour (soit 6,4 Mt/j) entre 1999 et 2020.

La consommation mondiale passera ainsi de 74,9 Mb/j (soit 10,7 Mt/j) en 1999 à 119,6 Mb/j (soit 17 Mt/j) en 2020. La croissance annuelle est donc estimée à 2,3 % / an, alors qu'elle n'était que de 1,6 % / an entre 1970 et 1999 (**National Research Council-U.S.**, 2002).

Le pétrole est une source de pollution des environnements marins qui peut largement influencer les équilibres écologiques et par extension les activités économiques des régions sinistrées. "The National Research Council" a estimé dans la revue "Oil in the sea: inputs, fates and effects, 2002", la quantité de pétrole introduite annuellement dans les océans par les diverses voies à 1,3 millions de tonnes / an, sachant qu'une tonne de pétrole peut couvrir environ une surface de 12 kilomètres carrés. Les marées noires dues à des accidents pétroliers, ne représentent qu'une faible proportion du total des hydrocarbures déversés en mer chaque année, de façon plus insidieuse, invisible mais quotidienne. Le tableau I.1, montre les catastrophes les plus importantes ainsi que les quantités de pétrole déversées et les zones affectées, depuis 1967 (premiers échouages d'un pétrolier sur les côtes françaises) à nos jours. La plus grande catastrophe fut celle de la tête du puits sous marin d'Ixtoc one, dans le golfe du Mexique où 350 000 tonnes de pétrole brut se sont déversées dans l'océan entre juin 1979 et février 1980 (soit 3 Amoco Cadiz). D'autres sources viennent alourdir le bilan, citons l'exemple de la première guerre du Golfe, où la fin du conflit en 1991 a révélé la catastrophe des champs de puits de pétrole en flamme et le naufrage de pétroliers bombardés, déversant des quantités importantes de brut. Le bilan total a été estimé à 800 000 tonnes déversées, 40 millions de tonnes de sols saturés de pétrole et 700 km de côtes polluées.

Année	Nom du pétrolier	Quantité de pétrole (tonne)	Zones affectées
1967	<i>Torrey Canyon</i>	117 000	France
1970	<i>Texaco Oklahoma</i>	31 500	U.S.
1976	<i>Urquiola</i>	100 000	Espagne
1977	<i>Grand Zenith</i>	32 000	Canada
1978	<i>Amoco Cadiz</i>	230 000	France
1979	<i>Ixtoc / Platform</i>	350 000	Golf du Mexique
1979	<i>Andros Patria</i>	60 000	Espagne
1979	<i>Betelgeuse</i>	35 000	Irlande
1979	<i>Gino</i>	42 000	France
1979	<i>Aviles</i>	25 000	Mer d'Arabie
1979	<i>Atlantic Express</i>	276 000	Tobago
1979	<i>Burmah Agate</i>	40 000	U.S.
1979	<i>Independenta</i>	94 600	Turkie
1980	<i>Irenes Serenade</i>	102 000	Grece
1980	<i>Juan A. Lavallega</i>	40 000	Algérie
1983	<i>Castello deBelver</i>	255 500	Sud Afrique
1984	<i>Assimi</i>	51 400	Oman
1984	<i>Pericles GC</i>	46 600	Qatar
1985	<i>Neptunia</i>	60 000	Iran
1985	<i>Nova</i>	71 100	Iran
1989	<i>Exxon Valdez</i>	35 000	Alaska
1992	<i>Aegean Sea</i>	79 000	France / Espagne
1993	<i>Breear</i>	84 000	Norvège / Scotland
1999	<i>Erika</i>	28 000	France
2001	<i>Baltic Carrier</i>	30 000	Mer Baltique
2002	<i>Prestige</i>	77 000	France / Espagne

**Tableau 10.** Accidents pétroliers les plus importants de 1967 à 2002 (Kennish, 2001 modifié).

Les hydrocarbures pétroliers qui arrivent dans l'environnement marin peuvent avoir quatre origines majeures: les sources géochimiques, l'extraction de pétrole, le transport et la consommation. La part des sources géochimiques dues à des fuites naturelles qui apparaissent au fond des océans s'élève à 47 %. Les 53 % restant se répartissent ainsi: 38 % proviennent des rejets suite à la consommation (exemple: rejets d'industries basées à terre et des grandes agglomérations urbaines), 12 % sont dus au transport et 3 % à la production pétrolière offshore Il faut enfin signaler qu'une quantité non négligeable d'hydrocarbures peut provenir de l'activité de nombreux microorganismes et des plantes (Albro, 1976; Bachofen, 1982; Saliot, 1981).16

**Tableau 11** Les différentes sources pétrolières responsables de la pollution de l'environnement Marin (National Research Council, 2002).

Sources Géochimiques	47 %
Consommation	38 %
Transport	12 %
Production	3 %

Les impacts de la pollution par les hydrocarbures sont multiples. Les aspects les plus évidents sont les grandes catastrophes très médiatisées comme les marées noires: forte

mortalité de la faune aquatique, bords de mer englués,... Il ne faut pas négliger les conséquences économiques de ces événements pour les riverains vivant de la pêche ou du tourisme ainsi que pour les collectivités territoriales et l'état. Mais les effets à court terme comme à très long terme sur les écosystèmes terrestres et aquatiques sont mal connus.

### **3 - Facteurs Déterminants la pollution de l'eau de mer :**

1. Eau résiduaires de la raffinerie de Bejaia la composition de ces rejets d'huiles alimentaires est la suivante :

a. Acide sulfamique ( $H_2SO_4$ ) plusieurs dizaines de grammes par litres.

b. Le pH compris entre 1 et 2

c. Le phosphate plusieurs grammes par litre ceci pour les charges minérales, pour les charges organiques on a :

- Savon, Acides, Stérols, Aldéhydes, Cétones.

### **4. Origine des eaux résiduaires :**

#### **4.1. Eaux de centrifugation :**

Ils proviennent des lavages des huiles à raison de 200 à 250l environ par tonne de produits finis, on trouve dans ces eaux :

Des huiles de concentration de 1 à 5% environ entraînés au cours de la centrifugation.

Des savon formés au cours de traitements à la concentration de 1 à 5%

#### **4.2 Eaux de désodorisation :**

Elles proviennent des excédents issus du condensateur barométrique des installations de désodorisation par entraînement de vapeur sous vide, en général ces eaux d'entraînement sont recyclés et refroidies mais pour des raisons de nécessité de déconcentration une extraction continue doit être prélevée sur le circuit.

Ce débit présente a peu près 75 à 100l d'eau par tonnes de produits finis.

Des matières grasses, des stérols, des produits plus ou moins volatils, aldéhydes, cétones.

#### **4.3. Eaux de traitements des sous-produits :**

Le traitement des sous produits, essentiellement les pâtes se pratique a un pH très bas une température élevée, il se caractérise par une action intense sur les résidus de centrifugation.

pH voisin de 1

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> jusqu'à 50 g/l

Po<sub>4</sub> jusqu'à 20 g/l

Des glycérols jusqu'à une dizaine de gramme par litre.

#### **4.4. Eaux de lavage des sols :**

Il s'agit des eaux de lavages des sols et des machines, elles contiennent des matières grasses.

#### **4.5. Répercussions de la pollution organique :**

##### **4.5.1. Pollution organique :**

Elle est responsable d'une forte demande chimique en oxygène (DCO) et d'une demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>).

La DCO a tendance a maintenir un milieu réducteur principalement lorsque sa concentration est grande.

L'action réductrice de la DCO vient du fait que les éléments susceptibles de s'oxyder dans les conditions du milieu, consomment tout en partie de l'oxygène et transforment ce milieu anérobie avec toutes les conséquences qui en découlent.

La  $DBO_5$  représente la demande biochimique en oxygène c'est-à-dire la quantité d'oxygène consommée par les bactéries opérant la biodégradation des éléments organiques, elles entraînent la consommation de l'oxygène dissous principalement. La réaction de biodégradation se poursuit en fonction de la capacité de réoxygénation du milieu considéré ; c'est qu'on appelle la capacité d'auto épuration, lorsque cette capacité est dépassée on assiste à la consommation quasi complète de l'oxygène et le milieu devient anérobie avec toutes les conséquences que cela comporte voir Fig.(04).

Fermentations toxiques

Disparition du poisson.

- Les matières grasses d'une manière générale qui participent à la constitution de la charge de  $DBO_5$  et de DCO mais qui en plus en ont tendance à s'enrober dans les canalisations d'évacuations provoquant la formation des dépôts au sein desquelles prolifèrent la vermine à développer des fermentations nauséabondes et toxiques pour le milieu naturel.

Les savons plus ou moins toxiques par le milieu naturel selon les types de savons.

- Les Aldéhydes qui sont toxiques en général au delà d'une concentration de 1g/l et constituent une partie de la DCO et de la  $DBO_5$ .

Les glycérols dont l'action sur les milieux naturels est généralement mal comme représentent une forte proposition dans la constitution de la DCO et la  $DBO_5$ .

#### **4.- La température :**

C'est un paramètre important pour la caractérisation de la pollution des eaux marines, en effet, diminuant la teneur en oxygène, des températures élevées agissent comme pollutions additionnels ayant ainsi des répercussions sur les cycles

biologiques. Les rejets industriels ne doivent pas atteindre une température au de la de 30°C.

#### **6- La salinité :**

Elle est importante du fait qu'elle exerce une influence significative sur la densité de l'eau.

#### **7- Le pH :**

Certains rejets industriels ou apport d'eaux contaminées sont la cause de la variation du pH et qui s'avèrent dans ce cas un indice de pollution (AMINO, 1983).

#### **8- L'oxygène dissous :**

C'est un paramètre très important, c'est un composé essentiel de l'environnement aqueux, puisqu'il est le réactif limitant de la principale voie de biodégradation de la pollution organique. L'appauvrissement du milieu en oxygène dissous provoque les pollutions bactériologiques.

#### **9- Les effluents industriels :**

La diversité des rejets industriels nécessite une investigation propre pour chaque type d'industrie, par l'intermédiaire de procédés bien définis. Les quatre catégories de rejets dans l'industrie sont généralement des procédés conduisant à des rejets néfastes provenant de contact de l'eau avec des gaz solides ou liquides, effluents particuliers (condensats de papier, industrie agroalimentaire). Les effluents provenant des eaux de chaufferie et les rejets accidentels.

Caractéristiques générales des effluents :

Il est nécessaire de pouvoir disposer des données suivantes :

Composition de l'eau d'appoint à l'usine

Possibilité de séparation des rejets ou du recyclages.

Le volume journalier d'effluents par catégories

Le débit horaire moyen et maximal.

Le flux de pollution moyen et maximal (fréquence et durée) par rejet et pour une pollution bien définie de l'usine considérée.

#### **10. Paramètres spécifiques de pollution :**

Les apports significatifs de pollution sont divisés en fonction des modes de traitement.

Éléments insolubles séparables physiquement avec ou sans flottation.

Matières Flottantes : graisse, huile organiques etc....

Matières en suspension : adjuvants de filtration etc....

Éléments organique séparables par adsorption composés phellogènes, dérivés nitrés et dérivés chlores,

Éléments séparables par précipitation, les métaux toxiques et non toxiques.

#### **11. Procèdes de traitement des eaux :**

Il existe une variété de procédés de traitements des eaux usées qui dépend de deux paramètres.

Caractéristique des eaux à étudier

Degré d'épuration.

Le choix d'un procédé de traitement dépendra.

Caractéristique de l'eau résiduaire

De la qualité de l'effluent requis.

Du coût et la disponibilité du terrain

Des normes de rejets

Les procédés d'élimination des impuretés organiques des milieux aqueux sont très variés à savoir :

Le prétraitement de l'eau : Dégrillage, dés-huilage, dessablages.

Les traitements mécaniques : Décantation, Filtration.

Les traitements biologiques : Boues activités, lit bactérien, lagunage, traitement anéorobique de l'eau.

Le traitement physico-chimiques : Flocculation, flottation et électro - flottation

Ils représentent individuellement aussi des avantages que des inconvénients.

### **11. 1. Les traitements biologiques :**

Ces traitements consistent en une consommation de la matière organique contenue dans les eaux usées et d'une partie des matières nutritives (azote et phosphore) par des organismes déjà présents dans ces eaux et ce, généralement en présence d'air ou d'oxygène. La croissance de la faune et la flore donne lieu à des flores plus ou moins abondants qu'on élimine par décantation.

#### **a. Les boues activées :**

Les eaux usées décantées sont aérées par des turbines agissant à la surface de l'eau ou par des rampes d'air comprimé ou d'oxygène ou d'air enrichi en oxygène placées au fond d'un bassin.

Le traitement des eaux usées par boues activées repose en grande partie sur l'aptitude à la séparation entre la biomasse et l'eau épurée dans le décanteur secondaire. Toutefois, dans ce système biphasique, la phase solide présente une forte complexité que ce soit du point de vue physique ou biologique et sa caractérisation fait l'objet de nombreuses études. La structure des floccs de boues activées ainsi que les principaux paramètres physico-chimiques impliqués dans leur constitution. Cette synthèse s'achève par une description des modes de croissance des floccs, en relation avec leur structure, rencontrés en traitement par boues activées.

Les floccs de boues présentent une structure peu dense et hétérogène, ils décantent naturellement. Ils résultent de l'agrégation de différents constituants présents dans la liqueur mixte : des microorganismes (bactéries essentiellement, protozoaires...), des particules inorganiques (silicates, oxydes ferriques, phosphate de calcium...), des polymères exocellulaires et des cations multivalents (**URBAIN et al.** 1993). A pH neutre, ils présentent une charge globale négative et résultent d'interactions complexes entre les différents composants.

L'aptitude à la séparation entre la biomasse et l'effluent traité dépend fortement des propriétés physiques des floccs.

**b- Les lits bactériens :**

A procédé consiste à faire ruisseler les eaux usées décantées à travers ou une masse de pierres présentant une grande surface et sur laquelle se développe un lit bactérien (Zooglé) qui consomment les matières organiques contenues dans l'eau en présence de l'oxygène de l'air. Le film craît au fur et à mesure de la consommation des matières organiques l'eau épurée est décantée et une partie des boues est recyclée comme pour les boues activées.

**c- Le lagunage :**

On envoie l'eau usée prétraitée ou non dans un étang peu profond où la matière organique et les substances nutritives sont consommées par des algues grâce au processus de photosynthèse. Ce traitement extensif produit peu de boues car la charge est extensif produit peu de boues car la charge est faible et la surface est si importante que la collecte des boues peut n'avoir lieu que tous les cinq ans.

Le lagunage aéré sert rapprocher des boues activées car on crée l'eau artificiellement mais la production des boues est sensiblement la même que pour le lagunage.

**11-2. Les traitements Physico-chimiques :**

**a. La floculation :**

Les eaux usées domestiques contiennent des matières en suspension de très petite dimension et des matières colloïdales pour lesquelles la décantation et la filtration posent des problèmes techniques difficiles à résoudre. Les sels de fer ou d'Aluminium et la chaux sont très couramment utilisés pour les eaux usées urbaines à des concentrations de l'ordre du décigramme par litre alors que les polyélectrolytes naturels ou de synthèse donnent de bons résultats pour des tenues de l'ordre du milligramme par litre, le coût élevé de ces derniers conduit généralement à l'utilisation simultanée des agents de floculation organique et minérale. La présence des sels minéraux dans les boues en augmente le volume et le poids ceci aura une influence sur les traitements ultérieurs.

**b. La flottation et l'électro - flottation :**

Ces procédés consistent à faire remonter à la surface de l'eau les matières en suspension grâce à des bulles en gaz. Dans le cas de la flottation on utilise de l'air comprimé, dans le cas de l'électro- flottation c'est l'hydrogène à la cathode. Pour

faciliter les opérations on ajoute de petites quantités de produits coagulants (sels métalliques) ou tensioactifs (qui sont déjà présent dans les eaux usées urbaines).

**c. Décantation :**

C'est une méthode de séparation des matières en suspension et des colloïdes (rassemblés sans forme de floc après un traitement de coagulation floculation, la décantation des particules est indépendante des uns des autres pour une vitesse de chute constante lorsque la concentration est faible, la vitesse de chute augmente au fur à mesure que les dimensions du floc d'accroissent par suite de rencontres du floc avec d'autres particules c'est la décantation diffuse. Pour des concentration plus élevées, l'abondance des Flocs crée une décantation d'ensemble freinée le plus souvent caractérisé par une interface marqué entre la masse boueuse et le liquide surnageant c'est la décantation en piston.

Les décanteurs sont de formes rectangulaires ou circulaires. Dans la plupart des cas, les clarificateurs rectangulaires sont équipés d'un racleur de fond se déplacent à contre courant à une vitesse de 0,3 m/min. L'alimentation des décanteurs circulaires est assurée par un puit central de distribution.

**Tableau 12 représente les diamètres des particules, le type de particule, le temps de décantation et la surface spécifique**

Diamètre des particules			Type de particule	Temps de décantation pour 1 m d'eau	Surface spécifique m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Mm	µ m	A°			
10	10 <sup>4</sup>	10 <sup>8</sup>	Gravier	1 seconde	6 – 10 <sup>2</sup>
1	10 <sup>3</sup>	10 <sup>7</sup>	Sable	10 secondes	6 – 10 <sup>3</sup>
10 <sup>-1</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>6</sup>	Sable Fin	2 minutes	6 – 10 <sup>4</sup>
10 <sup>-2</sup>	10 <sup>1</sup>	10 <sup>5</sup>	Argile	2 heures	6 – 10 <sup>5</sup>
10 <sup>-3</sup>	1	10 <sup>4</sup>	Cactérie	8 jours	6 – 10 <sup>6</sup>
10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>3</sup>	Collorde	2 ans	6 – 10 <sup>7</sup>
10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>2</sup>	Collorde	20 ans	6 – 10 <sup>8</sup>
10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>	10	collorde	200 ans	6 – 10 <sup>9</sup>

#### **d. Coagulation – Flocculation :**

Les procédés de coagulation et de flocculation faciliteront l'élimination des matières en suspension et des colloïdes. L'élimination des substances dissoutes nécessite pour chaque espèce un traitement spécifique, diverses phases successives ou simultanées interviennent dans l'agrégation de particules colloïdes par addition d'un réactif chimique le coagulant.

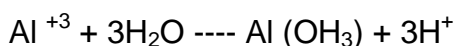
La flocculation est l'agglomération de ces particules déchargées en microflocs puis en flocons volumineux et décantables, le floc, cette flocculation peut être améliorée par l'ajout d'un autre réactif : le flocculant ou adjuvant de flocculation ; le temps nécessaire pour les réactions de coagulation et de flocculation sont des paramètres essentielles, la cinétique est influencée par la nature du milieu la température, la concentration en colloïdes.

##### **d.1. Les flocculants :**

Des polymères naturels (silice activée) et des polymères naturels ont d'abord été utilisés, mais l'apparition de polymères de synthèse diversifiés a fait évoluer considérablement les performances de la flocculation du taux de traitement à mettre en œuvre et a donné comme pour le coagulant par un essai de flocculation et peut être ajusté par ajout d'acide ou de base.

##### **d. 2 Sels d'aluminium :**

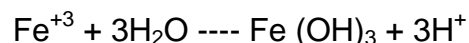
La réaction de base lors de l'ajout de l'ion  $Al^{+3}$  dans l'eau est la suivante.



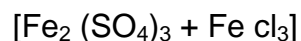
Le sulfate d'aluminium  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$  a un pH = 2,4 une température de cristallisation – 16,7°C une densité à 20°C égale à 9,021 la S

Sels de fer :

La réaction de base est la suivante :



La solution de chloro sulfate – ferrique est un mélange de sulfate ferrique et de chlorure ferrique



C'est un liquide visqueux de couleur rouge brunâtre sa masse spécifique  $1,35 \text{ g/m}^3 \pm 0,05$  à  $20^\circ\text{C}$  sa stabilité à  $20^\circ\text{C}$  est bonne son pH dans une solution à 20% est 1,55.

Les industries oléicoles Algériennes productrices d'huile d'olives, génèrent des eaux résiduaires spécifiques constituées d'huile et d'eau : les margines. Ces margines, appelées aussi eaux de végétation, posent de sérieux problèmes à l'industrie oléicole et à l'environnement en raison de leur charge élevée en polluants.

Les sous-produits des huileries dont la charge en matière organique est importante, affectent particulièrement la qualité des sols et des eaux dans lesquels, ils sont déversés. Ce qui exige une forte consommation d'oxygène pouvant entraîner une eutrophisation, particulièrement dans les eaux de surface. **[Parades et al.1999 ; Sierra et al. 2001].**

Par ailleurs, répandues sur les sols, les grignons et les margines altèrent leurs propriétés physiques, chimiques et biologiques, par les substances toxiques qu'elles contiennent, inhibent la croissance des plantes et provoquent un déséquilibre microbiologique. **[Aktas et al, 2001].**

La production d'huile d'olive représente un secteur économique important pour la majorité des pays producteurs d'huile d'olive. L'oléiculture est un domaine qui procure des moyens de subsistance à plus de deux (02) millions de familles et couvre 98% de la production mondiale. Ainsi, la nécessité de la sauvegarde et du développement durable de cette spéculation s'avère primordiale. **[Comité Oléicole International, 2004].**

Les quantités de déchets produits de manière traditionnelle étaient bien moins importantes que les quantités actuelles. La nature pouvait absorber et épurer les déchets de la production d'huile d'olive. Actuellement, les usines dotées d'équipements relativement modernes ont des productions de margines pouvant atteindre 150kg pour 100kg d'olives, tandis qu'avec des dispositifs d'extraction traditionnels, les quantités sont de 40kg par 100kg d'olives ; mais l'huile obtenue possède une qualité inférieure **[Amirante. P, 1999].**

En aval dans le processus de fabrication de l'huile d'olive, le problème se pose surtout lors de leur évacuation sans traitement préalable vers des milieux récepteurs (sol, nappes, réseaux d'assainissement). Dans notre pays les ressources en eau sont rares et leur préservation tant quantitativement que qualitativement est capitale.

Pour les huileries, la nécessité de produire une huile de qualité, avec le minimum d'impacts négatifs sur les écosystèmes est essentielle pour qu'elles puissent rester concurrentielles sur le marché. De plus aujourd'hui le pollueur est exposé à des sanctions sévères par la législation qui devient de plus en plus astreignante. Dès lors, la réduction d'une charge polluante de près de 50.000 à 100.000 DCO dans les installations classiques serait pratiquement irréalisable. [ **Amirante. P, 1999 ; José Alba Mendoza.D, 1999**].

Les recherches montrent qu'il faudrait s'orienter vers l'utilisation de techniques de production plus appropriées, comme des procédés d'extraction d'huile continus à 2 phases, au lieu de 3. De tels systèmes permettent d'une part, d'économiser de l'eau (moins d'eau injectée avant extraction) et d'autre part de réduire de moitié les quantités de déchets produits. Ces technologies de production plus propres permettent la réduction de la pollution à la source et doivent être davantage utilisées par les entreprises concernées par les problématiques environnementales. [ **Uceda. M, et al, 1994 ; Di Giovacchinol et al, 1994**].

En Algérie, les sous-produits issus de la trituration des olives sont rejetés dans la nature. Parallèlement au développement de l'oléiculture algérienne et à la tentative de renouvellement de l'industrie oléicole par des subventions de l'état à concurrence de 40% pour les investissements destinés à la réalisation de nouvelles installations d'extraction, avec comme objectif l'amélioration de la qualité du produit final, font que les productions des résidus (margines et des grignons) sont en nette augmentation.

L'étude de la mise en valeur de ces sous-produits oléicoles doit prendre une importance particulière. Par conséquent, qu'il serait intéressant de procéder à l'évaluation des possibilités d'usage de ces derniers, afin d'éliminer le risque environnemental et de faire bénéficier d'autres secteurs de développement. Dans ce sens, la valorisation agricole de ces sous produits présente des perspectives non négligeables, car les résidus agricoles d'une manière générale et ceux issus de la trituration des olives en particulier, ne font l'objet malheureusement d'aucun programme de récupération à une échelle significative.

Il y a lieu de dégager au préalable des priorités pour protéger les zones dont le degré de nuisance à l'environnement est plus sensible. Il est bien entendu possible de faire appliquer par la suite une action globale qui toucherait l'ensemble des huileries en fonctionnement et dont le nombre dépasserait les deux mille cinq cent (2500) [C.O.I, 2003]

## **12. L'Olivier**

### **12.1 Généralités**

L'olivier, arbre cultivé dans le bassin méditerranéen, qui fournit l'olive. L'olivier était, dans l'Antiquité grecque et romaine, un emblème de fécondité et un symbole de paix et de gloire. Le genre olivier renferme près de vingt espèces et très répandu en Eurasie. L'olivier provient de l'Est du bassin méditerranéen, mais est aujourd'hui largement distribué dans toute la zone et dans toutes les régions au climat de type méditerranéen. L'olivier est cultivé pour ses fruits, qui donnent une huile alimentaire et sont également conservés en saumure pour la consommation.

Le bois de l'olivier cultivé, dur et veiné, est très apprécié en ébénisterie. Certaines espèces fournissent un bon bois d'industrie comme l'olivier du Sud de l'Afrique.

La famille de l'olivier, comprend près de neuf cents espèces réparties en vingt quatre genre d'arbustes, d'arbres ou de plantes grimpantes. Presque tous les membres de cette famille de dicotylédones présentent des feuilles opposées, qui peuvent être simples, comme chez les lilas, ou composées (à plusieurs folioles distinctes) comme chez le frêne. La structure de la fleur est relativement uniforme de cette famille, mais on peut observer quelques variantes. Généralement, les fleurs possèdent quatre sépales et quatre pétales, deux étamines rattachées à la surface interne des pétales et un seul ovaire supère. Les fruits, qui se développent dans l'ovaire après fécondation, sont très variables mais contiennent habituellement une seule graine. Ceux de l'olivier sont des drupes ; ceux du frêne sont des samares, sont indéhiscentes et ailés et ceux du lilas sont secs et déhiscentes.

## 12. 2 Classification botanique

L'olivier appartient à l'ordre botanique des légustrales, famille des oléacées, qui comprend des espèces étendues comme le Jasminum (jasmin), la Phillyrea, le Ligustrum (henné), la Syringa (lilas), le Fraxinus (Frêne, la Fontanesia et l'Oléa (olivier).

Le genre Oléa comprend trente (30) espèces différentes, distribuées dans le monde entier, et qui ont toutes le même nombre de chromosomes ( $2n=46$ ).

Selon Taylor (1945) et Baldini (1990), l'olivier se classe dans :

- L'embranchement des phanérogames
- Sous embranchement des Angiospermes, classe des dicotylédones
- Ordre des légustrales
- Tribu des Oléines

Il y a lieu cependant de distinguer deux sous espèces ou deux genres d'Olea europea :

**a) L'oléastre** : Dénommé *olea europea sylvestis* par HILL et *olea oleaster* par Hoff et Link. C'est ce qu'on appelle communément l'olivier sauvage ; celui-ci se caractérise à l'état spontané par un aspect buissonnant, de rameaux épineux, de petites feuilles, de fruits très petits et nombreux donnant une huile fine mais abondante ; c'est une espèce très rustique et ayant une longévité plus grande que l'espèce cultivée.

D'après PAGNOL (1985), l'oléastre peuple le maquis, les garigues et les rocailles en Corse, Syrie, Afrique du Nord, et occupe de grandes superficies en IRAN.

**b) L'olivier cultivé** : Scientifiquement appelé *olea europea sativa* [Hoff et Link], Il est moins vigoureux que l'oléastre. En effet, sans l'intervention de l'homme par la taille pour limiter son développement, il peut atteindre 15 à 20 m de hauteur. Cependant la hauteur préconisée actuellement varie de 3 à 6 m.

Ces oliviers donnent des fruits pendants, gros à formes variées mais peu nombreuses qui sont destinés à la conserve ou à la production d'huile.

Selon [Cifferil et Previglieri (1942)], cités par Loussert et Brousse (1978).

## **12.3 Origine, Distribution et Production**

### **12.3. 1 Origine**

L'origine de l'olivier se perd dans la nuit des temps ; son histoire se confond avec celle des civilisations qui ont vu le jour autour du bassin méditerranéen et ont, pendant longtemps, régi les destinées de l'humanité et marqué de leur empreinte la culture occidentale.

L'origine de l'olivier sylvestre se situe en Asie Mineure où il est abondant et forme de véritables forêts, il semble s'être étendu de la Syrie vers la Grèce à travers l'Anatolie (De Candolle, 1883), bien que d'autres hypothèses la situent dans la basse Egypte, en Nubie, en Ethiopie, dans les montagnes de l'Atlas ou dans certaines régions de l'Europe, C'est pour cela que Caruso considère l'olivier comme un élément indigène du bassin Méditerranéen et date l'origine de l'olivier cultivé en Asie Mineure, à environ 6.000 ans.

Si nous acceptons l'hypothèse selon laquelle il serait originaire d'une zone s'étendant du sud du Caucase aux hauts plateaux de l'Iran et à la cote méditerranéenne de la Syrie et de la Palestine (Acerbo), la culture de l'olivier aurait connu un essor remarquable dans ces deux dernières régions et se serait étendue vers l'Anatolie par Chypre ou vers l'Espagne.

A partir du XVI<sup>e</sup> siècle J.C. les Phéniciens diffusent l'olivier dans les îles grecques puis du XIV<sup>e</sup> au XII<sup>e</sup> siècle avant J.C dans la péninsule hellénique, où sa culture sa culture s'étend. Elle atteint même une grande importance au IV<sup>e</sup> siècle avant J.C lorsque Solon promulgua des décrets concernant la plantation des oliviers.

A partir du VI<sup>e</sup> siècle avant J.C, sa culture s'est étendue à tout le bassin méditerranéen en passant par Tripoli, la Tunisie, la Sicile et de là à l'Italie méridionale.

Cependant, Presta soutient qu'en Italie l'olivier remonte à trois siècles avant la chute de Troyes (1200 ans avant J.C).

Un autre analyste romain, Panestrella défend la tradition selon laquelle le premier olivier fut importé en Italie sous le royaume de Tarquin l'ancien (616 à 578 avant J.C), probablement en provenance de Tripoli ou de Gabes en Tunisie.

Lorsque les Romains atteignent le nord de l'Afrique, les berbères savaient greffer les oléastres et développèrent une véritable culture sur tous les territoires qu'ils occupaient. Ils poursuivent la propagation de l'olivier dans tous les pays côtiers de la méditerranée, en utilisant comme instrument pacifique dans leurs conquêtes pour

l'établissement de villes. Introduit à Marseille 600 ans avant J.C., l'olivier s'étendit ensuite à toute la Gaule, il apparaît en Sardaigne à l'époque romaine et on raconte que les Génois l'introduisent en Corse après la chute de l'Empire Romain.

Introduit en Espagne pendant la domination maritime des Phéniciens (1050 avant J.C)

L'olivier ne connut de véritable essor qu'avec l'arrivée de Scipion (212 avant J.C), et la domination de Rome (45 avant J.C) ; A près la troisième guerre punique, les plantations d'oliviers occupaient des surfaces importantes dans la vallée de la Bétique, puis elles s'étendaient vers le centre et le littoral méditerranéen de la péninsule Ibérique. Les Arabes introduisent leurs variétés dans le sud de l'Espagne et eurent une grande influence sur la diffusion de ces plantations, à toute enseigne que les mots espagnols « aceituna » (olive), « aceite » (huile) et « acebuche » (oléastre) sont d'origine arabe [C.O.I, 2003].

### **12.3.2 Distribution et production dans le Monde**

#### **12. 3. 2. 1 Distribution géographique**

L'olivier cultivé est propre au climat tempéré et chaud qui caractérise le Bassin Méditerranéen, dont il est une espèce autochtone et où il se trouve prioritairement de nos jours.

Dans l'hémisphère nord, sa zone de distribution se trouve située entre les latitudes 30° et 45°. Certes l'olivier pousse ailleurs, mais sa fructification en souffre par excès ou par défaut de température pendant la saison froide.

Dans l'hémisphère sud, la plupart des plantations se trouvent à des latitudes semblables.

L'olivier peut supporter des températures minimales de -8°C ou -10°C, et même moins, à condition qu'elles ne se prolongent pas trop longtemps, que le dégel se produise lentement et que l'olivier ne se soit pas en période de végétation active. L'olivier en végétation est sensible à des températures moins basses qui peuvent provoquer des dégâts importants. La résistance au froid caractérise certaines variétés. Pour une bonne fructification l'olivier doit être exposé l'hiver à des températures proches de 0°C qui mènent au repos végétatif. L'olivier supporte bien les hautes températures d'été, même si l'humidité du sol fait défaut, bien qu'il adapte son activité végétative à un minimum vital. La nature du sol et du sous-sol, ainsi que la topographie, ont une influence particulière sur son adaptation à un régime hydraulique donné.

L'olivier est peu exigeant en matière de sol et il pousse tout autant sur des sols siliceux que calcaires ; Les terrains très argileux et lourds représentent une limite, ainsi que ceux à forte humidité pendant de longues périodes. Les vents lui sont nuisibles du fait de leur action mécanique, surtout pendant la floraison et quand le fruit est proche de la maturité. Les excès d'humidité dans le sol à cause des couches phréatiques élevées ou de drainage ne favorisent pas l'olivier, ainsi que l'humidité élevée qui facilite des maladies.

### **12.3.2.2 Distribution et production mondiale en huile d'olive**

La production d'huile d'olive se concentre principalement dans les pays du pourtour méditerranéen : Espagne, Italie, Grèce, Turquie, Syrie, Tunisie et Maroc. La production de ces pays à représenté 94% de la production mondiale en 2001, avec 2.5 millions de tonnes elle s'est élevée à quelque 2,8 millions de tonnes pour la campagne 2004/05 (**d'après le comité oléicole international, 2003**).

Les pays de la communauté européenne produisent chaque année presque 78 % du total mondial. Les principaux producteurs de la communauté sont l'Espagne (43 % du total de la communauté européenne), l'Italie (35 %) et la Grèce (19 %). Les autres grands producteurs sont la Syrie, la Turquie et la Tunisie bien que la production de l'olivier soit répartie sur les cinq continents, elle est surtout prédominante dans la zone du Bassin Méditerranéen qui représente 98% de la surface et des arbres en production et 97% de la production totale d'olives. Les quatre pays (Espagne, Grèce, Italie, Tunisie) faisant l'objet de cette étude représentent à eux seuls: 65% de la surface, 76% des arbres en production et 74% de la production totale d'olives. Au niveau mondial l'importance de la production oléicole peut se résumer par les chiffres suivants [**C.O.I, 2003**].

**Tableau 13:** Importance de la production oléicole mondiale

<b>Surface Totale</b>	<b>7.000.000ha</b>
<b>Arbres en production</b>	600.000.000
<b>Olives produites</b>	8.400.000 Tonnes
<b>Huile produite</b>	1.600.000 Tonnes

**Tableau 14:** Distribution et production oléicole dans les principaux pays producteurs.

<b>Année (2003)</b>	<b>Production (tonnes)</b>	<b>Superficies Cultivées (en ha)</b>	<b>Rendement (q/hectare)</b>
<b>Monde</b>	1.7317089	8.597064	20.1
<b>Espagne</b>	6.160.100	2.400.000	25.7
<b>Italie</b>	3.149.830	1.140.685	27.6
<b>Grèce</b>	2.400.000	765.000	31.4
<b>Turquie</b>	1800.000	594000	30.3
<b>Syrie</b>	998.988	498.981	20.0
<b>Tunisie</b>	500.000	1.500.000	3.3
<b>Maroc</b>	470.000	550.000	8.5
<b>Egypte</b>	318.339	49.888	63.8
<b>Algérie</b>	300.000	200..000	16.9
<b>Portugal</b>	280.000	430.000	6.5

### **13. L'oléiculture en Algérie**

Parmi les pays du bassin méditerranéen, l'Algérie est en train d'acquérir une place de choix dans le domaine oléicole. Avec une superficie d'environ 200.000hectares cultivés, l'olivier représente aujourd'hui la principale arboriculture à l'échelle nationale. L'essor en terme de surface cultivée dans le domaine oléicole s'est traduit par une production d'huile d'olive assez importante durant la dernière décennie. Les prévisions de production de la campagne 2004/2005 sont de 60.000 tonnes d'huile, c'est-à-dire presque le double de la production moyenne du début des années 90.

**[C.O.I, 2003]**

D'après les données fournies par le Conseil Oléicole International l'Algérie n'exporte pas d'huile, la totalité de sa production est absorbée par le marché intérieur.

### **13.1 Nature des plantations oléicoles Algériennes**

Il existe deux types de plantation en Algérie :

- L'oléiculture traditionnelle : elle se situe, généralement dans les régions montagneuses où la culture est destinée presque en totalité à la production d'huile. La majeure partie des olivettes se trouve au centre et à l'Est du pays, notamment en Kabylie.
- L'oléiculture moderne : Elle se situe généralement dans les plaines et les vallées notamment à Sig et Mohammedia à l'Ouest du pays et M'chedallah dans la vallée de la Soummam à l'Est.

Les plantations sont régulières est parfois récentes, les arbres sont cultivés en verger avec une densité de l'ordre de 100 à 120 arbres par hectare. Dans ce verger, en plus des variétés dominantes "chemlal et Sigoise" des variétés étrangères y figurent aussi notamment "Verdal, Cornicabra, Gordal"

### **13.2 Composition variétale du verger national**

Les variétés "chemlal" au centre et "Sigoise" à l'Ouest se partagent plus de 50% de notre patrimoine oléicole (35% pour chemlal et 20% pour la sigoise [Goucem, 1997].

A l'Ouest du pays nous rencontrons particulièrement la variété « Sigoise » qu'on appelle communément « Olive de Tlemcen »

Sur les zones montagneuses, en plus de cette variété à deux fins qui occupe 80% des plantations, il y a lieu de signaler également certaines variétés introduites qui occupent des superficies assez importantes telles que : La Cornicabra, Serillane, la Gordal etc...

Au Nord et au Sud du massif du Zaccar (région de Méliana) ce sont les variétés locales "longues de Méliana" et "ronde de Méliana" ainsi que "l'olive du Tell" constituent la presque totalité de l'olivette. En allant vers la Kabylie c'est surtout la variété "chemlal" qui caractérise cette région (plus de 60% de l'olivette).

Néanmoins un grand nombre de variétés sont associées à cette dernière et certaines d'entre elles sont localisées dans des régions bien précises telle que TABELLOUT au voisinage de la mer "limli", à la basse vallée de la Soummam. D'autres de moindre importance du point de vue quantité telle que "Bouchouk, Azeradj" et beaucoup d'autres encore composent le paysage oléicole de la région.

### **a. Situation actuelle de l'oléiculture**

L'oléiculture est l'une des principales spéculations dans l'arboriculture Algérienne. Elle occupe environ 36.5% des superficies arboricoles totales estimées à 450.000ha [I.T.A.F, 2004]. En effet en Algérie, l'olivier occupe une superficie d'environ 200.000hectares, répartis comme suit :

- Le Centre : 116.000ha soit 58%
- L'Est : 52.000ha soit 26%
- L'Ouest : 32.000ha soit 16%

#### ➤ Catégories d'oliveraies :

- Modernes 30.000ha soit (15%) de la superficie totale
- Traditionnelles, situées en zones de montagne représentent 75%.

#### ➤ Programme d'actions 2001/2005

Un programme quinquennal établi par l' I.T.A.F ayant pour objectifs :

- ✓ La réhabilitation des vergers existants
- ✓ La confection des cuvettes
- ✓ Le débroussaillage et greffage d'oléastres (10.000Ha)
- ✓ La densification (25.000Ha)
- ✓ Les nouvelles plantations 28.500Ha
- ✓ La modernisation de l'industrie oléicole
  - La création de nouvelles unités de transformation et de conserverie
  - La valorisation des sous-produits de l'olivier (traitement des grignons et des margines et protection de l'environnement.
  - Réduction de l'utilisation des fertilisants chimique.

- ✓ Intensification et développement de l'oléiculture des zones pastorales. Depuis l'avènement du programme national de développement agricole (PNDA)

## **14. L'élaboration de l'huile d'olive**

### **14.1 Etapes de fabrication**

#### **14.1.1 Période de Récolte**

La période de récolte a une incidence fort importante sur la qualité de l'huile et notamment sur ses caractéristiques organoleptiques, comme le prouvent les résultats de nombreuses recherches effectuées en la matière. **[Fiorino. O et al, 1997].**

Par contre elle n'a qu'une influence limitée sur la composition de la fraction saponifiable (acides gras) et insaponifiable de l'huile d'olive **[Camera L, 1978].**

Alors qu'elle peut influencer davantage les paramètres qualitatifs prévus par les normes commerciales internationales.

La date de récolte est un des paramètres qui revêt une importance majeure dans la détermination de la qualité de l'huile. Dès lors, les olives doivent être récoltées lorsque le degré de maturité qu'elles ont atteint assure non seulement une production quantitative appropriée mais également une bonne qualité de l'huile qui puisse satisfaire, les exigences du consommateur notamment l'aspect organoleptique.

Avancée ou retardée la récolte peut permettre d'obtenir des huiles aux caractéristiques olfacto-gustatives différentes **[Rahmani M., Lamrini A., & Saari Csallany, 1997]**

Il est nécessaire d'effectuer la récolte directement sur l'arbre, car les olives qui tombent se détériorent à cause de l'activité enzymatique qui se déclenche dès que la drupe se détache de l'arbre et qui induit des transformations biochimiques avec la formation de substances à aromes désagréables qui sont à l'origine de défauts organoleptiques de l'huile.

### **14.1. 2 Lavage, Broyage, Malaxage**

Une fois cueillies, les olives sont triées afin d'éliminer les brindilles et feuilles puis lavées à l'eau froide. Les olives et leurs noyaux, sont ensuite broyés. Le broyage en industrie se fait à l'aide d'un broyeur métallique (à marteaux, disques dentés ou cylindres striés) et aboutit à la formation d'une pâte. Pour faciliter l'extraction de l'huile, ce type de broyage doit être complété par un malaxage, étape permettant de réunir en une phase continue les gouttes d'huiles dispersées dans la pâte **[Di Giovacchino.L, 1991 ; Alba et al, 1994]**

La qualité de l'huile d'olive vierge est tributaire de nombreux facteurs, tous importants, ce sont les facteurs inhérents à la variété des olives, les conditions pédoclimatiques, les

opérations culturales proprement dites, telles que :

La taille, la fumure, les traitements phytosanitaires, ainsi que les étapes successives de récolte, de stockage et de transformation des olives. Tous ces paramètres conditionnent de manière décisive la qualité du produit final.

### **14.1.3 L'extraction de l'huile d'olive**

L'huile d'olive a été élaborée pendant des siècles au moyen d'un système de pression utilisant différents mécanismes, des presses à vis ou à piston, aux presses hydrauliques, en passant par la presse à poutre, très diffusée dans divers cultures méditerranéennes. C'est à partir de la fin des années 60 et du début des années 70, même si les premières expériences datent de la fin du XIX e siècle, qu'ont été introduits, au niveau industriel et de façon significative, les système d'élaboration basés sur la force centrifuge, appelés systèmes continus de même que la substitution de la presse et de ses éléments auxiliaires, les scourtins, par les décanteurs centrifuges. Cette transformation, lente au début, s'est généralisée dans les pays producteurs jusqu'à représenter plus de 80%. **[José Alba Mendoza, 1999 ; Amirante.P, 1999]**

## **14.2 Les Systèmes d'extraction de l'huile d'olive existants**

Le procédé ancestral d'extraction de l'huile d'olive se fait par extraction discontinue et ne sépare que deux phases par pression ou centrifugation.

La phase liquide est ensuite filtrée (séparation de l'huile des eaux de végétation) et permet l'obtention de l'huile. Cette méthode entraîne la formation d'un seul sous-produit, une pâte plastique (pas de formation de margine) mais a un rendement peu élevé. Ce système peu rationnel et efficace, reste donc une méthode peu appropriée aux régions fortement productrices, a été remplacé par de nouvelles techniques de centrifugation en continu. [Di. **Giovacchino et al, 1994 ; Uceda.M et al, 1994**]

Etant donné le peu d'espace qu'ils exigent et la forte réduction des coûts de production qu'ils supposent, ont permis une augmentation importante de la capacité de pressage, la réduction des temps d'attente, l'élimination des sources d'altération et une augmentation significative de la qualité moyenne des huiles produites. En revanche, pour la séparation de la phase solide et liquide dans les centrifugeuses à trois phases, il est nécessaire de fluidifier la pâte d'olives on y ajoutant de l'eau, ce qui augmente non seulement la consommation de l'eau, mais aussi le volume de margines. [**José Alba Mendoza, 1999**]

Le manque de solutions universelles au problèmes des déchets des industrie oléicoles, allant de pair avec la sensibilisation de la plupart des pays à la protection et à la conservation de l'environnement, a permis, tout en cherchant à résoudre le problème de cet effluent polluant, de franchir un nouveau pas dans les avancées de la technologie d'extraction de l'huile d'olive. Ainsi, lors de la campagne 1991/92, les premiers systèmes d'extraction d'huile par centrifugation à deux phases ou écologiques ont vu le jour. Ce système permet de séparer l'huile sans ajouter de l'eau ou peu au décanteur, ce qui donne lieu non seulement à une réduction importante de la consommation d'eau et d'énergie de chauffage par rapport au système à trois phases mais également à la diminution du volume d'effluent aqueux et sa charge polluante, le sous-produit ainsi généré est un mélange de grignons et de margines.

A l'heure actuelle les systèmes de séparation appliqués dans pratiquement tous les pays sont :

- ✓ La Percolation (décantation)
- ✓ La Pression
- ✓ La Centrifugation à trois (03) phases et à deux (02) phases.

## 14.2.1 Comparaison des systèmes d'extraction

### 14.2.1.1 Productions aqueuses

Le tableau 3 ci-dessous, présente la production aqueuse des différents systèmes d'élaboration et montre à quel niveau du processus on obtient ces effluents. On peut constater que le système de centrifugation à trois phases est celui qui produit le plus haut niveau de déversement, de l'ordre de 1.24 litres par kilo d'olive élaborée ; ensuite il y a le système de pression avec 0.66 l/kg et enfin le système à deux phases qui atteint une réduction élevée de l'ordre de 0.25 l/kg d'olive détrit. [Hermoso et al, 1994 ; José Alba Mendoza., 1999].

**Tableau 15** : Production aqueuse des différents systèmes d'extraction

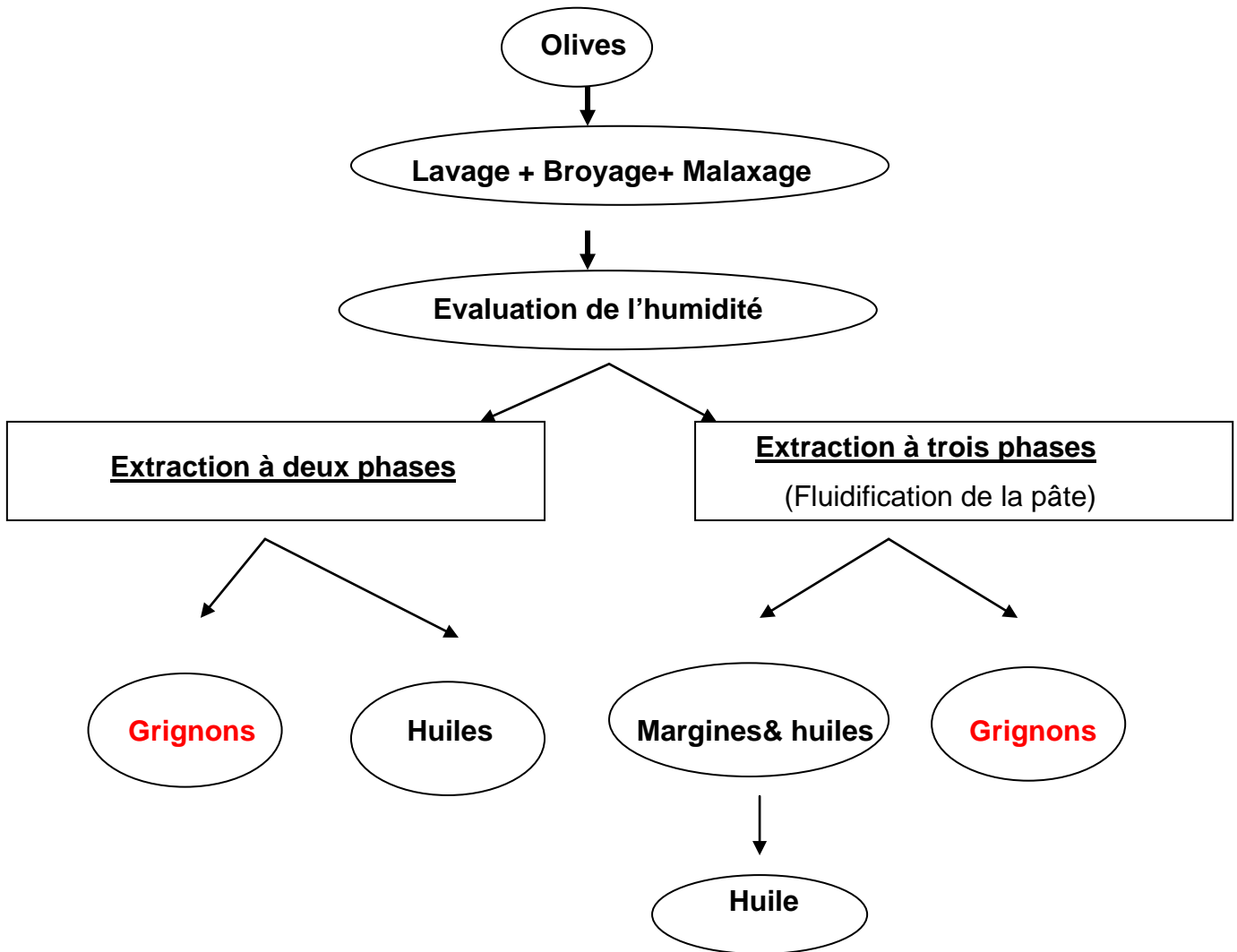
Processus	Systèmes d'extraction		
	Presse	Centrifugation	
		03 phases	02 phases
Lavage olive (l/kg)	0.04	0.09	0.05
Séparation solide/liquide (l/kg)	0.40	0.90	0.00
Séparation liquide / liquide	0.20	0.20	0.15
Nettoyage général (l/kg)	0.02	0.05	0.05
Effluent final (l/kg)	0.66	1.24	0.25

### 14.2.1.2 Quantités des sous-produits selon le système

En ce qui concerne les margines elles n'existent que dans les systèmes de centrifugation à deux phases. Si on compare les systèmes de centrifugation à 03 et à 02 phases, il existe des différences dans certaines étapes du processus et dans les caractéristiques des produits et des sous-produits obtenus. Normalement, le système à trois phases utilise un débit d'eau de fluidification à l'entrée du décanteur qui oscille entre 40 et 70% de la masse à centrifuger ; dans le cas du décanteur à deux phases, ce débit est en fonction du degré d'humidité de la masse à centrifuger ; pour des niveaux d'humidité de plus de 50 à 52%, l'addition d'eau n'est pas nécessaire et, pour des niveaux inférieurs, il est recommandable de restituer l'eau qui manque pour obtenir une plus grande efficacité dans la séparation [Di Giovacchinol., 1991 ; Solinas M., 1995 ; Hermoso.M., 1996 ; Uceda et Gonzalez, 1999]. Quant aux effluent produits par les trois systèmes il existe des différences énormes liées au débit de production, à la composition, au degré de contamination, d'utilisation et/ou d'élimination [Alba J. ; Hidalgo f., 1999]

**Tableau 16 :** Quantités des sous-produits selon le système d'extraction

Désignation des sous-produits	Système d'extraction		
	Pression	3 Phases	2 Phases
Grignons (kg/t olive)	350	500	800
Humidité. Grignons	25-27	48-52	55-60
Margine (kg/t olive)	600	1200	-
Humidité .Margines	86	90	-
D.C.O (ppm) margine	100.000	80.000	10.000



**Figure 6 :** Synoptique de l'extraction de l'huile d'olive en continu (Selon Amirante).

### 14.3 Les sous-produits oléicoles

Le secteur oléicole dans son ensemble donne lieu à la production de multiples résidus et sous-produits qui serait préférable de les définir, car il existe une certaine confusion dans les publications qui ne permet pas toujours d'identifier clairement de quel sous-produit il s'agit. L'on distinguera donc :

- **Les résidus de la taille et de la récolte :** Les oliviers subissent en général une taille sévère un an sur deux et une taille légère l'autre année.
- **Les sous-produits d'huilerie :**

1- **Le grignon brut** : c'est le résidu de la première extraction de l'huile par pression de l'olive entière, ses teneurs relativement élevées en eau (24%) et en huile (9%) favorisent son altération rapide lorsqu'il est laissé à l'air libre.

2- **Le grignon épuisé**: c'est le résidu obtenu après déshuilage du grignon brut par un solvant, généralement l'hexane.

3- **Le grignon partiellement dénoyauté**: résulte de la séparation partielle du noyau de la pulpe par tamisage ou ventilation :

- ✓ il est dit "gras" si son huile n'est pas extraite par solvant
- ✓ il est dit "dégraissé ou épuisé" si son huile est extraite par solvant

4- **La pulpe d'olive**: c'est la pâte obtenue lorsque le noyau a été séparé de la pulpe préalablement à l'extraction de l'huile. Elle est riche en eau (60%) et de conservation très difficile.

5- **Les feuilles collectées à l'huilerie**: ce ne sont pas les résidus de la taille, mais des feuilles obtenues après le lavage et le nettoyage des olives à l'entrée de l'huilerie. Leur quantité est estimée, en Grèce, à environ 5% du poids des olives selon Zoïopoulos, cité par Nafzaoui en 1991.

6- **Les margines** : c'est le résidu liquide aqueux qui est généré lors de la phase de séparation solide-liquide par centrifugation ou sédimentation après le pressage [Fedeli et Mariani C., 1981 ; Paredes.C, 1999].

#### **15.4 Caractéristiques physico-chimiques des Margines, grignons**

Les margines ont une couleur brune à brune rougeâtre, d'aspect trouble. Ces effluents ont une forte charge saline et sont très acides, riches en matières organiques et en poly phénols peu biodégradables [Aktas et al, 2001]. Ces eaux sont caractérisées par un pH de 4.5 à 5 et une conductivité de l'ordre de 10 mS/cm, due surtout aux ions potassium, chlorure, calcium et magnésium. La DCO (demande chimique en oxygène) peut varier de 50 à 220 g/l [Fiestas Ros De Ursinos, 1982 ; Cadillon. M, 1991 ; Aktas et al, 2001]. L'autre caractéristique des margines est la très grande variabilité de leur composition. Elle dépend de nombreux facteurs, en particulier du mode d'extraction de l'huile, du cultivar, de la date de récolte et

également de la période de production. [Fiesta Ros De Ursinos.J.A et al 1982 ; Albuquerque J.A et al 2004]

**Tableau 17 :** Caractéristiques physico- chimiques (Selon : Amirante, 1999)

Paramètres	Valeurs
pH	5.0 - 5.5
DCO (mg/dm <sup>3</sup> )	60.000 - 180.000
DBO <sub>5</sub> (mg/dm <sup>3</sup> )	20.000 - 55000
Chlorures (mg/dm <sup>3</sup> )	5 - 6
Phosphore total (mg/dm <sup>3</sup> )	50 - 70
Phosphates mg/dm <sup>3</sup> )	170 - 190
Azote ammoniac (mg/dm <sup>3</sup> )	100 - 150
Azote nitrique (mg/dm <sup>3</sup> )	3 - 4
Azote nitreux (mg/dm <sup>3</sup> )	5.5 - 6.5
Phénols (mg/dm <sup>3</sup> )	4 - 5
Résidu sec (g/dm <sup>3</sup> )	30 - 120
Sodium (méq/dm <sup>3</sup> )	15 - 25
Potassium (méq/dm <sup>3</sup> )	4000 - 6000
Sucres (mg/dm <sup>3</sup> )	20 - 30

### **Caractéristiques des grignons d'olive enrichis en protéines par le procédé de fermentation solide**

Cinq indices de performance reflètent la valeur fourragère de l'enrichissement de l'aliment pour bétail: Il s'agit du gain réel en protéines (RPI), la perte réelle en cellulose (DCE), la perte réelle en hémicellulose (DHCE), la perte réelle en lignine (DLIG) et la digestibilité in vitro à l'aide de jus de rumen (DIV/MS). Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des grignons d'olive enrichis.

### Indices de performance du grignon enrichi

pH final	4,9
RPI (%)	9,5
DHCE (%)	22
DCE (%)	19,7
DLIG (%)	4,3
DIV / MS (%)	32,6

## 15. La problématique des déchets oléicoles margines et solides

### Introduction

Il convient tout d'abord de souligner qu'en raison de la charge polluante élevée de l'effluent, un seul traitement n'est généralement pas suffisant, ce qui fait que deux ou plusieurs traitements sont nécessaires, cela contribuera donc à la complexité de l'installation d'épuration. En effet la réduction d'une charge polluante de près de 50.000 à 100.000 DCO dans les installations simples serait irréalisable. Cette considération a induit les opérateurs à penser que des traitements appropriés n'existent pas pour le moment, et sont donc à la recherche de quelques technologies qui seraient capables de transformer ce problème complexe en un problème simple. **[Amirante.P, 1999].**

Une autre difficulté, déjà mentionnée auparavant, tient à la faible biodégradabilité de l'effluent, ce qui fait que les systèmes biologiques traditionnels ne sont pas recommandables et en tout cas insuffisants pour la dégradation complète de la matière organique contenue, de tels systèmes n'assurent qu'une réduction partielle, de l'ordre de 25 à 30% au maximum. **[Ramos et al, 1995 ; Casa. R et al, 2003].**

Au stade actuel et bien que de nombreuses technologies soient disponibles, il n'existe hélas aucune expérimentalement prolongée des installations à l'échelle réelle, car la législation a permis dans de nombreux pays de procéder au déversement contrôlé des effluents des huileries sur les terrains agricoles, ce qui a amené les opérateurs à renoncer au maintien en fonctionnement des installations déjà mises en places. C'est pourquoi, les données disponibles sur les coûts de gestion des installations d'épuration sont tout aussi réduites. **[Amirante. P. ,1999].**

Le manque de sensibilisation sur la portée et l'importance de la pollution causée par les déchets oléicoles, et l'absence de méthodes de purification et de traitement très adaptées pousse les propriétaires de moulins à huile à rejeter les déchets solides

les eaux résiduaires dans la nature (cours d'eau et/ou sol) sans aucun contrôle ou à surcharger les réseaux d'assainissement des eaux usées non adaptés et peu convenables avec les ingrédients dangereux qu'ils véhiculent. Cette situation constitue un problème majeur surtout dans les pays du bassin méditerranéen où les productions sont substantielles.

Les limites de rejets d'effluent fixées par la réglementation sont :

**Pour la DBO5 :**

- ✓ En rejets urbains : Directive Européenne du 21 Mai 1991 cas général : sont de 25mg/l sur 24heures.
- ✓ En rejets Industriel : 30mg/l sur 24 heures selon l'arrêté du 1<sup>er</sup> Mars 1993.

**Pour la DCO :**

- ✓ En rejets urbains : Elle est de à 120mg/l sur 02 heures et 90mg/l sur 24heures selon la circulaire du 21 Mai 1991
- ✓ En rejets Industriel : Elle est fixée à 125 mg/l, Arrêté du 1<sup>er</sup> Mars 1993.

Les écarts sont importants par rapport aux limites imposées, leur déversement n'est donc pas autorisé.

Les quantités annuelles moyennes de margines générées par le secteur oléicole national sont estimées à 600.000 Tonnes **[I.T.A.F, 2002]**

## **15.1 La pollution par les déchets oléicoles**

### **15.1.1 La pollution des sols**

Epandues sur les sols, les margines diminuent les qualités physiques chimiques et biologiques des sols et les ingrédients toxiques causent l'inhibition progressif de la croissance de plantes situées sur le site. **[Cunha Queda et al, 2002].**

La salinité élevée dans le sol est à l'origine de l'augmentation de potentiel osmotique d'où la diminution de la disponibilité de l'eau pour les végétaux **[MC Chung.G, et al, 1985].** Les substances toxiques contenues dans ces eaux se fixent dans les sols certaines de ces substances telles que les phénols inhibent l'activité

microbienne du sol, d'autres résidus de pesticides notamment sont nocives aux plantes. **[Chen et al 1996 ; Chefetz et al 1998 ; Aktas et al, 2001 ; Perez J, 1992].**

Les Auteurs, concluent que « le dégât environnemental » provoqué par ce polluant se manifeste par priorité comme un dégât biologique avec altération des équilibres entre les populations de la communauté présente dans l'écosystème [**Kalembasa en 1999 ; Marx et al, 2001**].

Il y a lieu de considérer à la lumière des résultats obtenus que l'épandage des margines sur les sols constitue une pratique polluante, ayant une influence négative sur la biocénose.

Aussi une contrainte majeure est celle de la contamination des eaux souterraines où des aquifères par l'intermédiaire des pluies qui risquent d'entraîner trop facilement l'azote et d'autres composants toxiques en profondeur, rendant ces ressources en eaux impropres à la consommation.

### **15.1. 2 La pollution des eaux**

Les margines rejetées dans des récepteurs naturels, cours d'eau, lacs ou retenues collinaires, causent divers problèmes. Par ce mode d'élimination de ces effluents, les eaux de surfaces et les eaux souterraines sont exposées à des pollutions qui affectent leurs qualités. Les margines, étant peu dégradables à cause des substances phytotoxiques et antimicrobiennes (phénols, acides gras volatiles, insecticides, etc.) qu'elles contiennent [**Paredes, 1999 ; Aktas 2001**] ainsi que leur très forte charge en matières organiques empêche ces eaux de s'auto-épurer. L'impact est très perceptible sur le régime de l'oxygène dissous ; de faibles niveaux d'oxygénation sont enregistrés voire même des états transitoires d'anoxie (absence totale d'oxygène dissous) et la pollution peut s'étendre sur des dizaines de kilomètres en aval du point de rejet. [**Foutiane A, et al, 2002**]. Riches également, en éléments minéraux (azote et phosphore) créent, des situations d'eutrophisation dans les lacs ou les cours d'eau; il suffit d'une concentration de 4 mg/l de phosphore pour provoquer ces conditions d'eutrophisation [**Amirante et al, 1999**]. L'épandage des margines cause un problème de pollution considérable, et des surcoûts prohibitifs en cas de traitement de dépollution des eaux contaminées. [**Steegmans.R, 1994 ; Echihabi.I et al. 1995 ; Foutiane A. et al, 2002**].

### **15.1.3 Les techniques de traitement d'épuration existantes ou en développement:**

L'impératif de produire sans polluer a bien poussé les chercheurs a trouvé des solutions relatives à l'épuration et au traitement des sous-produits oléicoles notamment, ceux des margines. Les solutions actuellement proposées et les nombreuses installations qui ont été conçues ou en voie de développement pour résoudre le problème des margines sont présentées de façon exhaustive et se résument en :

#### **15.1.3.1 Installations à évaporation naturelle**

Ce type de traitement repose sur des panneaux modulaires à l'aide desquels est effectué l'évaporation naturelle en couche mince. Cette méthode permet d'éviter la pollution des sols et de l'eau , mais ça risque de provoquer une pollution de l'environnement en raison des problèmes de manque d'esthétique et de mauvaises odeurs ( l'aspect olfactif) que présentent ces panneaux il en est de même pour la méthode d'élimination par lagunage.

#### **15.1.3.2 Elimination par lagunage**

Le principe est basé sur la biodégradation des composés contenus dans les margines. Les effluents sont collectés temporairement dans un bassin situé en aval des sites polluants. Un milieu riche en matières organiques est créé dans le bassin et des conditions anaérobies s'y développent. Les matières organiques sont ainsi dégradées sous l'action de micro-organismes et l'on peut aussi obtenir une dénitrification des eaux.

En aval, l'eau obtenue est de qualité physicochimique acceptable et peut être rejetée dans le milieu naturel. Ce mode de régénération des eaux nécessite par contre des grandes surfaces car les bassins de rétention doivent avoir une faible profondeur. Cette technique a été utilisée pour réduire la charge en matière organique et en composés phénoliques des margines [Amirante. P, 1996 ; Lecompte.P, 1998].

### **15.1.3.3 Installations de concentration thermique avec et sans récupération thermique**

Ces installations exploitent le principe de la dessiccation, de l'incinération ou évaporation. Dans ce dernier cas, il est nécessaire de prévoir une installation biologique finale pour le traitement de l'effluent non évaporé. S'agissant des

traitements d'incinération et de dessiccation, il est indispensable, par contre, de contrôler attentivement les échappements gazeux dans l'atmosphère.

### **15.1.3.4 Installations biologiques et microbiologiques**

L'emploi de systèmes anaérobies pour l'épuration des effluents est décidément très intéressant toutefois, leur utilisation dans des installations fonctionnant sur une échelle réelle nécessite pas encore, des études scientifiques et

économiques approfondies sur la base desquelles il serait permis d'évaluer la solution s'accommodant le mieux à l'effluent à épurer (installations mono stade ou installations prévoyant la séparation de la phase hydrolytique et acidogène de celle méthanogène, les températures optimales de digestion (mésophile et thermophile), le rendement effectif en biogaz (taux de méthane) et les possibilités d'utilisation de la biomasse digérée.

Par ailleurs des processus biotechnologiques ont été mis au point à partir de certaines espèces de champignons (*Aspergillus*, *Lentinus*) et surtout une espèce comestible, *Pleurotus*, qui poussent bien sur ces effluents en réduisant sensiblement leur teneur en dérivés phénoliques. De même, l'utilisation de plantes aquatiques (jacinthe d'eau, lentille d'eau) dans des processus de phytoépuration des effluents des huileries d'olive est particulièrement intéressante car elle permet l'élimination totale et la réduction de plus de 60% de la DCO. [Hamdi.M. et al 1991 ; Ramos – Cormenzana et al 1995 ; Mebirouk.M, 2002].

### **15.3.1.5 Traitement des margines par électrocoagulation et bio méthanisation**

Un procédé de traitement des margines par électrocoagulation et biométhanisation a été développé, le couplage de ces deux procédés représente une solution adaptée au problème de l'élimination des margines.

La biométhanisation permet la transformation de la matière organique en substances chimiques diverses en condition d'anaérobiose et sous l'action de bactéries présentes dans le milieu. Ce procédé permet la formation de biogaz. Seulement l'action des bactéries dans le cas des margines est fortement ralentie par la présence des poly phénols contenus dans ces eaux. Un prétraitement des margines est donc nécessaire et se fait par électrocoagulation qui est un procédé d'électrolyse qui permet la séparation des margines en boues et en liquides biodégradables. Les boues sont extraites et vont au compostage. Les liquides sont acheminés vers le biométhaniseur [Granit, 2001].

#### **15.3.1.6 Traitement électrochimique des Margines**

En Italie, des recherches ont été menées sur les possibilités de prétraitement des margines, afin de réduire les phénols et poly phénols présents dans ces eaux avant qu'elles soient traitées par des procédés biologiques traditionnels.

Le prétraitement consiste en une oxydation des composés phénoliques par électrolyse. Les résultats montrent qu'il est possible de réduire la concentration en phénols et poly phénols à de basses valeurs sans que la quantité de matière organique baisse d'une manière importante.

#### **15.3.1.7 Exemple de station pilote de traitement biologique des margines (Tunisie)**

La Tunisie compte parmi les premiers pays producteurs d'huile d'olive avec une production moyenne de 100.000 t par an. Les rejets de margines correspondants, près de 200.000m<sup>3</sup> posent donc un problème écologique majeur. Des travaux de recherches menés au Centre International des Technologies de l'Environnement de Tunis (CITET) ont permis la définition d'un procédé de traitement biologique à trois étages [Mebirouk M., 2002]. Une station de traitement pilote a alors été installée au CITET et est constituée de :

- ✓ **Etage 1**: un bassin d'aération avec une flore bactérienne capable de dégrader les composés poly phénoliques toxiques et un décanteur pour extraire l'excédent en biomasse
- ✓ **Etage 2**: un digesteur à lit de boue (UASB) avec récupération de gaz
- ✓ **Etage 3**: un bassin d'aération et un décanteur

La station pilote a une capacité de 100 à 1000l/j de margines. Les résultats obtenus montrent que ce traitement permet une réduction de 20% de la charge polluante des margines. Par ce procédé, les margines peuvent donc être revalorisées en eau d'irrigation (eau traitée), en biogaz et en biomasse riche en protéine valorisable en aliment de bétail.

Malgré tous ces procédés de traitement et de prétraitement, aucun n'a été considéré suffisamment efficace ni économiquement viable. Le problème de la pollution par les margines n'est pas encore totalement résolu et des traitements plus poussés à l'aide de techniques modernes sont à envisagées en complément des

procédés précédemment mentionnés si une qualité supérieure des ces eaux usées est recherchée. [**Fiesta Ros Do Ursinos, J.A, 1977 ; Amirante P., 1994; Longhi P., 2001**].

Les margines constituent donc une double problématique : La pollution qu'elles engendrent et l'inefficacité des procédés de traitement et d'épuration de leur charge polluante.

## **16. La valorisation des sous-produits oléicoles**

### **16.1 La valorisation des sous-produits oléicoles**

La valorisation des sous-produits de l'oléiculture est susceptible de contribuer à l'amélioration de la rentabilité du secteur. Actuellement les sous-produits sont partiellement ou totalement perdus pour beaucoup de pays, alors que les possibilités d'emploi et de valorisation de ces sous-produits sont nombreuses et permettent de résoudre en grande partie les problèmes posés par les effluents des huileries qui ont un pouvoir polluant élevé d'une part, et de contribuer à combler le déficit fourrager qu'on rencontre dans les pays d'Afrique de Nord et du Moyen Orient. D'autre part, globalement la valorisation optimale des sous-produits de l'olivier permettrait d'avoir :

A partir des grignons, l'équivalent de 8526 milliards de Kcal (combustible) ou 0.7 milliards d'unités fourragères (alimentation du bétail).

A partir des résidus de la taille, l'équivalent de 24.000 milliards de Kcal ou 3.5 milliards d'unités fourragères (Alimentations de bétail). [Cabrerria et al, 1982 ; Ben Rouina, et Nafzaoui en 1986].

## 16. 2 Valorisation des margines

De part leur caractère de polluant organique, les margines offrent l'équivalent de 320 millions de m<sup>3</sup> de bio méthane (fermentation anaérobies) ou 29 à 92 mille tonnes de K<sub>2</sub>O, 5 à 16 mille tonnes de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.3 à 4.2 mille tonnes de MgO fertilisants). [Ben Rouina et Nafzaoui, 1986].

### 16.2.1 Fertilisation des sols agricoles

Les margines contiennent des quantités appréciables d'éléments nutritifs minéraux qui peuvent remplacer une partie de la fumure classique. En outre, étant constituées principalement de matière organique, elles sont un excellent substrat pour le développement de la microflore qui favorise l'amélioration des propriétés physico-chimique des sols. [Paredes et al, 1999 ; Sierra et al, 2001 ; Cereti et al, 2004].

Des apports moyens en éléments fertilisants sur la base de 100m<sup>3</sup> de margine par hectare et par an correspondent à des fumures de fond ou d'entretien [Cadillon et al 1991].

**Tableau 18** : Apports en éléments fertilisants (selon Cadillon, 1991)

Paramètres	Unités en Kg/ hectare	Apport par hectare
Matière Organique	M.O	400 à 1800
Azote total	N	50 à 200
Phosphore	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	65 à 200
Potasse	K <sub>2</sub> O	350 à 1100
Magnésie	MgO	15 à 150
Calcium	CaO	15 à 100

Ces enrichissements justifient l'intérêt de cette valorisation agronomique, ils correspondent à des fumures de fonds ou d'entretien. Néanmoins des recommandations spécifiques relatives à l'épandage sont à prendre en considération notamment :

- ✓ La protection des eaux souterraines et superficielles
- ✓ L'étude du sol

- ✓ Les variations de la qualité des margines
- ✓ Les précautions à prendre vis-à-vis des cultures
- ✓ Le travail du sol
- ✓ Les conditions climatiques.

### **16.2.2 La récupération de quelques composants**

Dans cette expérience, Il s'agit en particulier de la récupération des composants aromatiques et phénoliques et des solutions de glucides. Les extraits phénoliques obtenus ont été comparés aux anti oxydants de synthèses les plus connues (BHA, BHT), dans les essais de résistance à l'oxydation [Angerosa et al, 1996]. Il a été

constaté que l'addition de l'extrait des margines protège de l'oxydation l'huile de manière efficace que l'addition du BHA. La fraction de margine dépourvue de ces composants phénoliques et aromatiques peut être utilisés pour la production de biomasse. [Vazquez-Roncero et al 1971; Fiestas Ros de Ursinos, en 1982].

### **16.2.3 L'utilisation des margines sur les cultures:**

La pratique de l'épandage de ces eaux résiduaires sur le terrain agricole a fait l'objet d'études approfondies non pas en tant que rejet, mais une technique visant à l'amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol et de la nutrition végétale, en vue d'une entière utilisation des effluents, il est recommander de les soumettre au préalable a un traitement approprié de dégrillage, afin de faciliter la séparation des composants les plus grossiers.

A cet égard, il est précisé qu'un des premiers résultats positifs a été obtenu en 1979 par Morisot, cet auteur a fait connaître que l'épandage des margines peut atteindre les 110 m<sup>3</sup>/ha d'oliviers sans aucun effet phytotoxique et avec des avantages considérables en raison d'éléments fertilisants parmi lesquels le potassium [Morisot. A., 1979]

Potenz et al, en 1985 ont analysé la phytotoxicité induite par les margines par bioessai avec *Lepidum sativum* effectué sur extrait aqueux du terrain. Les résultats indiquent que la phytotoxicité initiale s'amenuise avec le temps et en rapport avec la concentration des margines. A des concentrations de 3%, la toxicité disparaît au bout de 30 à 40 jours ; à des concentrations de 10% la disparition se produit au

bout de 90 à 100 jours. Les mêmes auteurs ont également relevé que la conductivité électrolytique des extraits diminue rapidement, en raison de l'effet probable de l'absorption des ions solubles par les colloïdes.

Proietti et al, en 1988 ont effectué des recherches sur les physiologiques de l'épandage des margines sur les plants d'olivier en pot et sur verger, ces auteurs n'ont pu observer aucun symptômes de souffrance, ni dans la partie aérienne, ni au niveau des racines.

- ✓ l'activité photosynthétique
- ✓ la transpiration
- ✓ la conductance stomatique
- ✓ la teneur en glucides et en chlorophylles des feuilles

# **MATERIEL & METHODE**

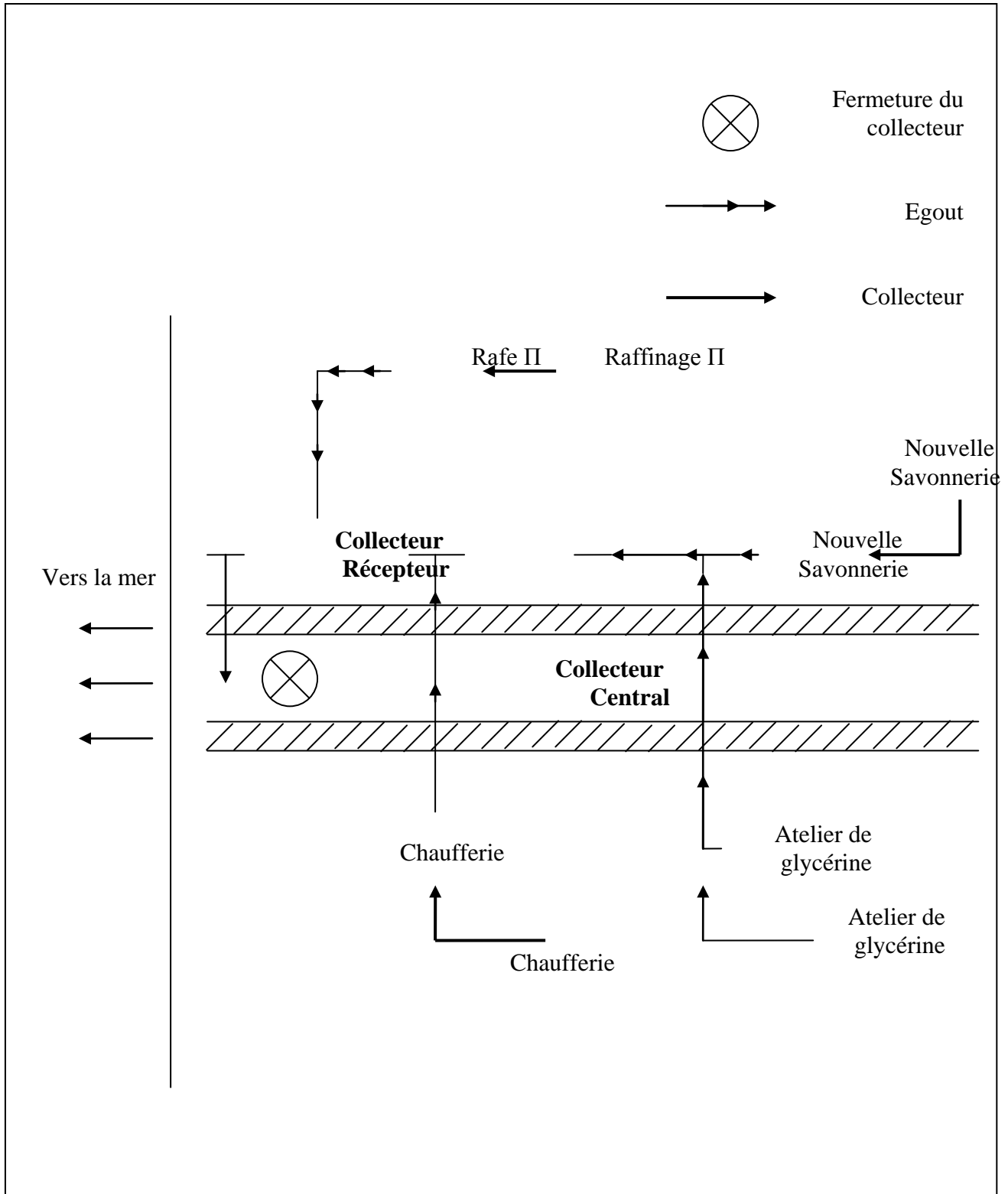
Les eaux résiduelles provenant des ateliers de raffinage, savonnerie, glycérine et chaufferie sont recueillis dans des collecteurs secondaires sont acheminés vers un collecteur central qui déverse directement à la mer voir fig.(4), il n'y a pratiquement pas d'apport provenant de la chaufferie et de l'égout collecteur lui-même.

En conséquence seule les eaux qui vont être déversés à la mer sont concernées par notre étude.

### **1. Mode et fréquences d'échantillonnage :**

Les mesures ont été effectuées sur des échantillons prélevés en discontinu durant une année allant de Février 2004 jusqu'à Mars 2005 à raison d'un cycle de 24 heures par mois. Chaque campagne de mesure de 24 heures comporte 80 échantillons (un échantillon toutes les 20 minutes). Ces prélèvements instantanées de 20 minutes ont été mis dans des flacons stérilisés de 250 ml conservés à 4°C dans une glacière et transportés au laboratoire pour être transvasés dans des flacons de cinq litres, ces derniers sont conservés au congélateur à -18°C afin d'éviter toute évolution des caractéristiques de l'eau. Cette opération à été répétée pendant 4 heures successives pour constituer un échantillon de 4 litres sur lequel nous avons déterminé les paramètres physico chimiques qui sont cités ci-dessous à l'exception du pH et de la température qui ont été mesurés sur le terrain..

**Fig. 7 : Plan de collecte des eaux résiduaires de la raffinerie des corps gras de Bejaia. (MIZI A. et al. 2006)**



Les essais de coagulation – décantation ont été réalisés sur un échantillon moyen de 50 litres représentatifs de 24 heures de rejets d'eaux résiduaire.

## **2. Détermination des paramètre analytiques et méthodes : (MIZI A. et al 2006)**

Pour évaluer le degré de pollution organique, nous avons jugé utile de faire l'inventaire des paramètres physico-chimique qui sont responsable de la dégradation à savoir :

Critères physique : température, pH

Critères chimiques et biochimiques : MES, DCO, DBO<sub>5</sub>

Critères chimiques : N – NTK, P – PT, chlorures.

En premier lieu ces paramètres nous donne une série de renseignements importants, elles ont été effectuées selon les méthodes décrites dans la norme AFNOR [34].

Concernant la température elle a été déterminée à l'aide d'un thermomètre à mercure (10°C :+250°C) avec une précision de 1°C la mesure a été faite sur le terrain.

Pour le pH qui est mesuré à l'aide d'un pH mètre la mesure s'effectue en plongeant dans l'échantillon à analyser l'électrode de verre. La lecture est directe.

## **3. Traitement par coagulation – décantation :**

Les différent essais de coagulation - décantation ont été effectués sur l'eau résiduaire de la raffinerie végétalin du BEJAIA à la température du laboratoire à l'aide d'un appareil JAR TEST dont le modèle JF/6, ISCO, de provenance, Milan. Selon le principe suivant : dans une série de flacons contenant l'eau usée de la raffinerie végétale de BEJAIA on introduit les agents coagulants dont les caractéristiques sont consignés dans le tableau

**Tableau 19: Caractérisation des coagulants utilisés et paramètre analyses**

Produit brut	Formule Chimiqu coagulation	agents	Concentration (%)	Paramètres analyse
Perdu granulée blanche (titre 16% d'aluminium)	AL <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	AL <sup>+3</sup>	2	pH
Solution liquide (1L contient 600g de FeCl <sub>3</sub> )	Fecl <sub>3</sub> 6H <sub>2</sub> O	Fe <sup>3+</sup>	2	DCO MES
Pierre calcaire	Ca (OH) <sub>2</sub>	CaO	2	N-NTR P-PT

A des doses croissantes pendant une courte période d'agitation (3min) mais à une vitesse d'agitation rapide (150 tours par min) ce qui permet d'obtenir une très bonne diffusion des adjuvant et une bonne déstabilisation chimique des colloïdes.

On ajoute doucement pendant 30 tours par minutes durant 30 minutes pour la favorisation du contact des particules contigus et pour éviter la dislocation des floccs formés, puis en fait une décantation de ces flocons pour une durée de deux heures.

L'efficacité de ce traitement est jugée analytiquement par le suivi du taux d'abattement des matières en suspensions, de la demande chimique en oxygène du N-NTk et du P-PT.

Concernant le calcul du taux d'abattement d'un paramètre X qui est exprimé en pourcentage est donné par la relation suivante :

$$\% \text{ abattement (X)} = \frac{Ci(x) - Cf(x) \times 100}{Ci(x)}$$

C<sub>i</sub> : concentration initiale de X dans l'eau usée de la raffinerie végétale.

C<sub>f</sub> : concentration finale de X dans l'eau usée de la raffinerie végétale.

#### **4. Caractérisation qualitative et quantitative :**

Dans la région de Bejaia, la production de l'huile végétale connaît deux périodes forte production (Février ) et faible production (Août) le volume de l'effluent rejeté quotidiennement pendant ces deux périodes est variable avec une valeur moyenne de 540 m<sup>3</sup>/j et une valeur minimale de 480 m<sup>3</sup>/j et une valeur maximale de 620 m<sup>3</sup>/j le rapport 2,5 est le grevement plus élevée que celui mentionné dans (BOUGHAAICHE 1998) il serait nécessaire de réduire les volumes d'eaux résiduaire rejetés pour se situer entre 1,5 et 2. Un recyclage des eaux non polluées (eau de refroidissement, condensas etc...) après leur séparation des eaux usées fortement chargées en éléments polluants s'avéré donc impératif.

##### **4.1. Charge en éléments polluants de l'effluent de la raffinerie de Bejaia :**

Le tableau 7 donne les résultats des paramètres physico-chimiques de l'effluent global rejeté par la raffinerie étudiée, les valeurs enregistrées pour les paramètres MES, DCO, DBO<sub>5</sub>, N-NTK, P-PT ainsi que les valeurs du pH et de température ont mis en évidence des valeurs dépassant les valeurs limités fixées par la réglementation Algérienne ainsi qu'une non-conformité avec cette réglementation pour cette raffinerie végétale de Bejaia.

##### **Traitement de l'effluent par coagulation – décantation.**

Les différents essais de traitement par coagulation décantation s'inscrivent dans le cadre d'un prétraitement de l'effluent global rejeté par la raffinerie dont les caractéristiques sont consignées dans le tableau 14

**Tableau\_20: Qualité de l'effluent global soumis aux essai de traitement par coagulation – décantation**

<b>Paramètre Analysés</b>	<b>Unité</b>	<b>Valeur</b>
pH	--	7,4
MES	mg/l	880
DCO totale	mg/l	4990
DCO totale soluble	mg/l	4000
N-NTK	mg/l	121
P-PT	mg/l	26

# **DISCUSSIONS DES RESULTATS**

D'après tableau 2 nous constatons que le pH de l'effluent analysé se situe entre 1,7 et 13,1 ceci est en relation avec l'emploi d'un traitement à l'acide sulfurique puis à la soude pour le débarrasser de ses impuretés.

En fait les valeurs de pH extrêmes (supérieures à 9,5 et inférieures à 2,5) donnent lieu à une forte dégradation de la qualité de la boue, comme l'attestent les augmentations des valeurs des paramètres turbidité du surnageant. Il est évident que dans de telles conditions de pH, les boues activées subissent de fortes modifications du point de vue physico-chimique et biologique. Plus particulièrement, les plus fortes valeurs de pH donnent lieu à des hydrolyses des constituants organiques des floccs et des polymères extra cellulaires qui changent considérablement les propriétés des boues. Pour les plus faibles valeurs de pH, la dégradation des propriétés des boues est moins prononcée, comme le montrent les plus faibles augmentations des valeurs de turbidité. Ainsi, **CHEN et al.** (2001) ont montré qu'à un pH de 2,5, les polymères extracellulaires, par ailleurs considérés comme composants contribuant à augmenter fortement la viscosité des boues, peuvent être réduits, entraînant par la suite une diminution conséquente de la viscosité des échantillons de boue.. Toutefois, considérant que les pH extrêmes donnent lieu à de fortes modifications de la nature physico-chimique des floccs de boues activées, à même de masquer la sensibilité de mesures rhéologiques vis-à-vis des interactions affectant les floccs, seule la gamme de pH comprise entre 2,5 et 9,5 est considérée pour cette corrélation.

De même pour la température atteignant 39°C dues aux rejets direct des eaux provenant des condenseurs ou barométriques, la charge organique annuelle dont la moyenne est de 6100 mg/l, pour la DCO est de 3065mg d'O<sub>2</sub>/L pour la DBO<sub>5</sub> se situe dans le même ordre de grandeur que celle des eaux usées de la raffinerie végétale d'Alger [18], toutefois ces valeurs sont très élevées en comparaison avec celles rencontrées en France qui varie de 1400 à 1990 mg-L<sup>-1</sup> pour DBO<sub>5</sub>, de 2500 à 3400mg -L<sup>-1</sup> par DCO [27],

La présence des chlorures s'explique par l'utilisation des pâtes de neutralisation sous forme de soude caustique dont la réaction avec les huiles libère précisément des chlorures, les conséquences écologiques d'une telle chloration se traduisent vraisemblablement par une mortalité très élevée des bactéries marines et

du plancton dans la zone de rejet **KHALANSKI** 1987 donc d'après a données il est impératif en première étapes de traiter cet effluent avant tout rejet.

En ce qui concerne l'abattement de la demande chimique en oxygène d'après la Fig. (6a) et Fig. (6b) nous observons par ce traitement des faibles taux 39% par  $Al_2(SO_4)_3$  et 35 % par  $FeCl_3$  qui peuvent être traduits par l'explication d'une dominance de la fraction soluble qui représente 82 % de la DCO totale voir tableaux (8) ; pour l'abattement de la matière en suspension nous constatons d'après les figures (6a) et (6b) une chute des teneurs en suspension qui de  $900\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  a été réduite de 99 et  $81\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  concernant le sulfate d'Aluminium et le chlorure ferrique.

Ce qui nous donne un abattement de 89 et 91% que bien ces taux de chute des MES sont nettement élevés, l'emploi de ce traitement ne nous permet pas de respecter le décret n°93-160 du 10-07-93 aux rejets liquides qui recommande pour ce paramètre 30 mg/l.

Pour l'évolution des teneurs en azote et en phosphore dépendant de la dose du coagulants ayant d'après les fig.(1a) (1b) mais fournissent un taux d'abattement de N-NTK et P-PT situant entre 28 et 33,3% par ce sulfate d'aluminium par contre pour le chlorure ferrique ces taux sont de l'ordre de 27% pour les deux paramètres analysés .

La comparaison entre le traitement de la chaux aux deux coagulants le sulfate d'aluminium et le chlorure ferrique comme nous montre la (fig 8) prouve sur la chaux permet d'atteindre des taux d'abattement de la pollution contenu dans l'eau résiduaire de la raffinerie de Bejaia largement supérieurs.

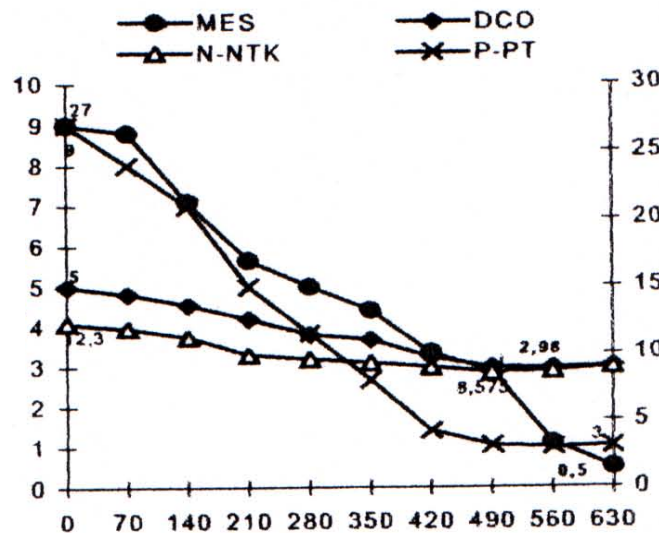
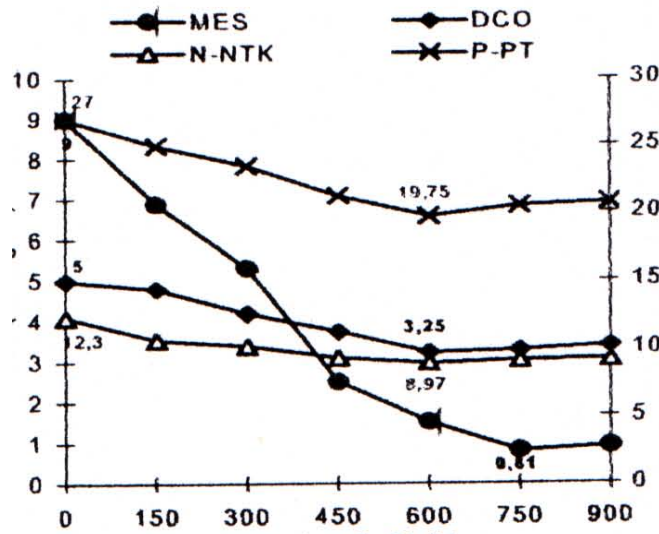
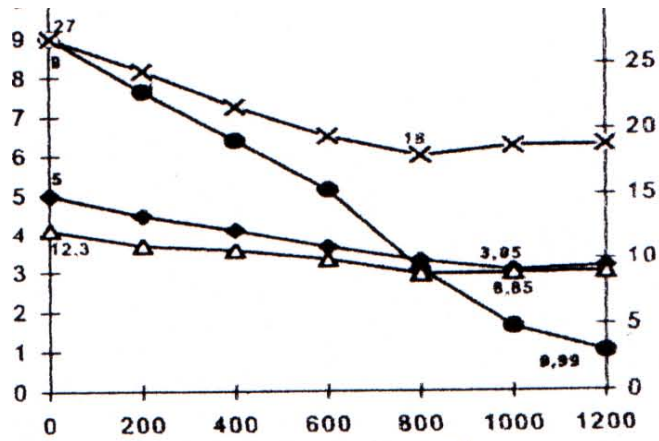
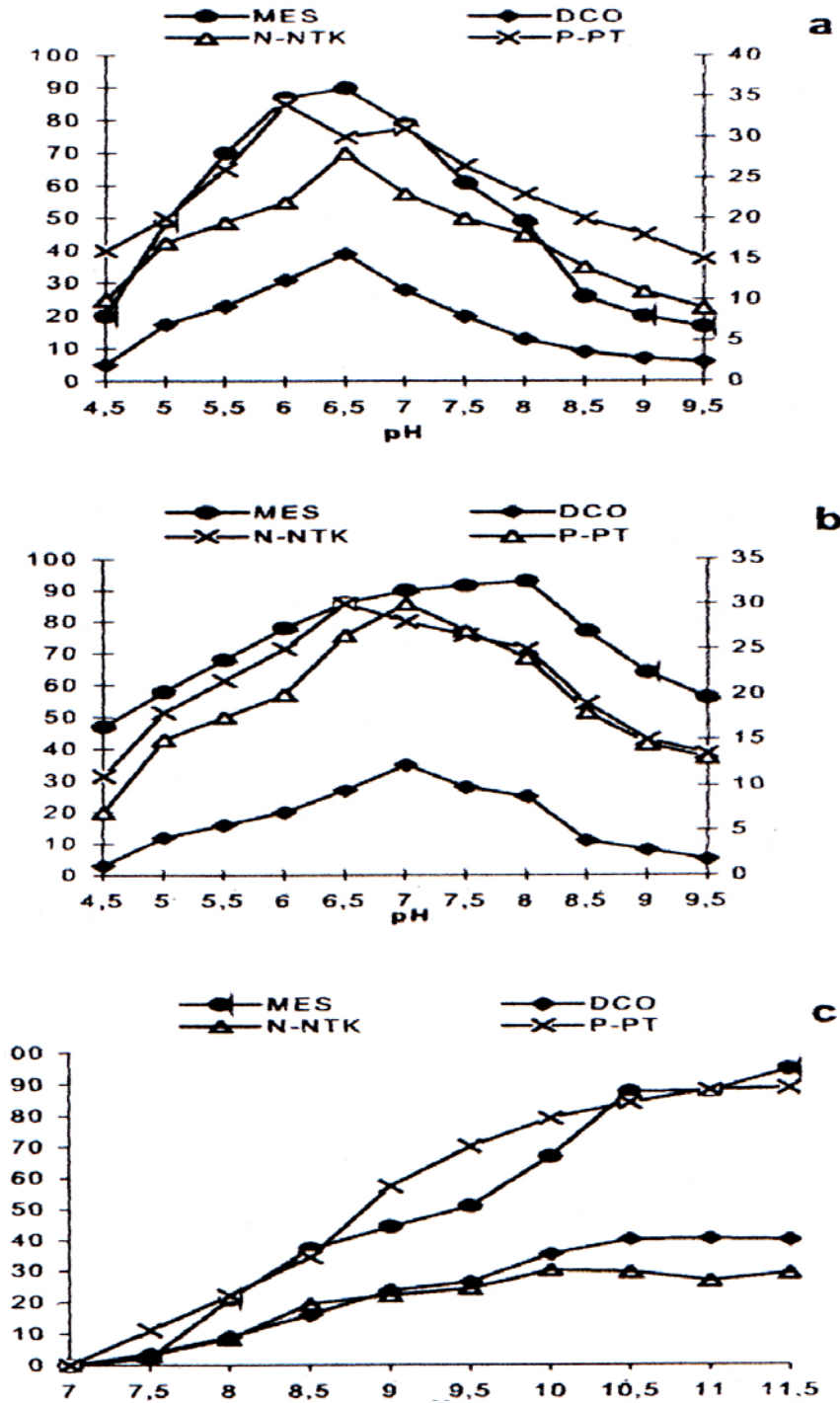


Figure 06 : Taux d'abattement des paramètres physico-chimique pour le sulfate d'aluminium (a) le chlorure ferrique (b) et pour la chaux (c) en fonction du PH.

Des doses variables ajoutés ( 0,62 - 0,55 - 0,48 g .L<sup>-1</sup> ) à la chaux dans l'eau résiduaire ont conduits à des abattement de 93 , 88 , 39 et 29% concernant les M E S, P-PT , DCO et N TK.

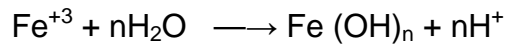
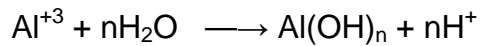
L'action bénéfiques sur l'enlèvement du phosphore total résulte de la formation du précipite d'hydroxyapatite calcique surtout à des valeurs de pH élevés (8-12) selon la réaction suivante (**KERAMBRUN P** 1983)

$\text{Ca}(\text{HPO}_4)_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  pour la pH qui a une influence sur les taux d'abattement de la pollution contenue dans les eaux usées (**AUBERT M** 1967 ) Dans notre travail les pH optimaux pour l'élimination de la matière en suspension , de la DCO , de l'azote total de kjedahal et du phosphore total se situe entre 6 et 6,5 pour le coagulant à base d'Aluminium fig. (8a) et entre 6,5 et 7 pour le coagulant à base de Fer à l'exception de l'abattement de MES obtenu à pH = 8, fig.(8b) , toutefois elles sont supérieures à celle évoquées dans des études antérieures et qui sont légèrement acides [38,39] .

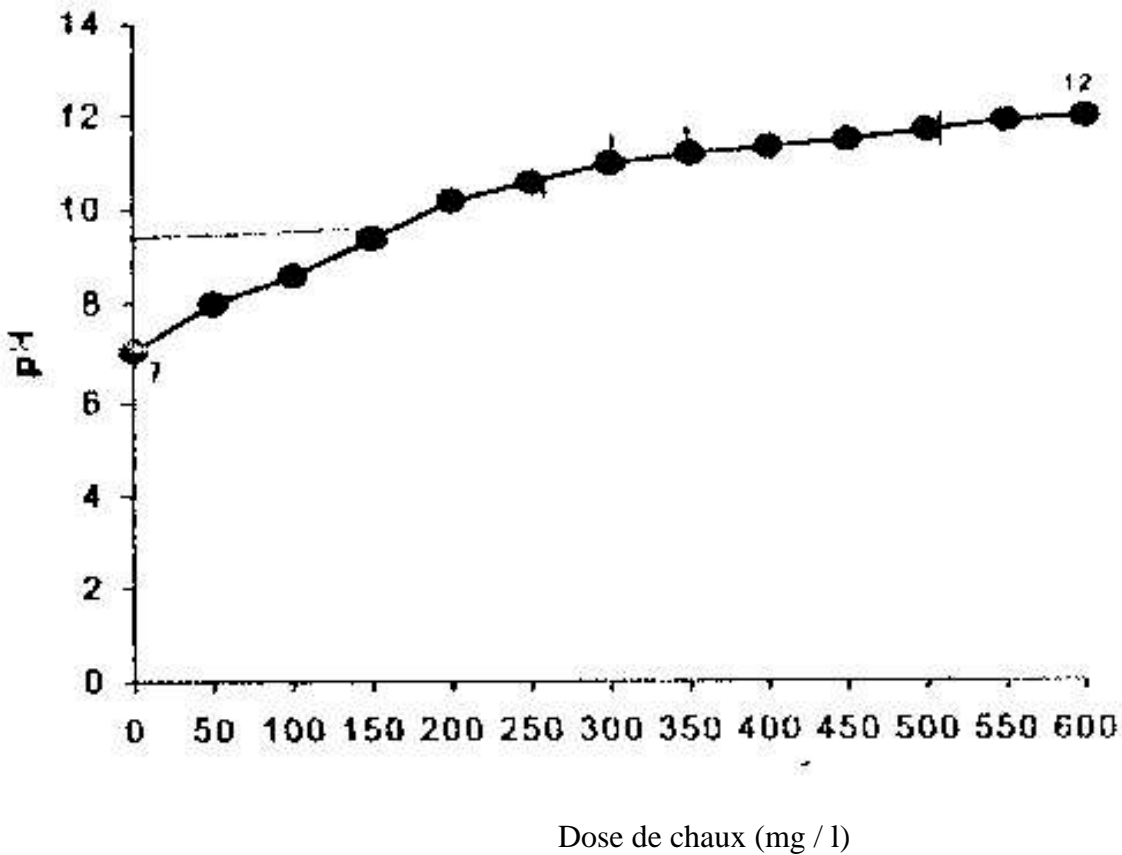


**Figure 07 :** Abattement de DCO, MES, N-NTLK et du P-PT a différentes doses  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$  (a)  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$  (b)  $Ca(OH)_2$  (c)

Par ailleurs nous avons constaté que l'addition à l'eau usée de la raffinerie végétale a provoqué une baisse de pH de 7 à 6,1 pour le composé aluminique et à 6,4 pour celui ferrique, cette baisse du pH a probablement une explication du fait de l'ajout des sels aluminium ou de fer dans l'eau entraîne une libération des ions  $H^+$  selon les réaction d'hydrolyses.



Ces valeurs sont toujours centrées dans la barre du pH optimal de coagulation 06 forme pour ces deux coagulants ne nécessitant aucune correction du pH de l'effluent contrairement aux deux coagulants et comme le montre la figure (9), l'addition progressive de la chaux aux deux coagulants précédents à entraîner l'augmentation de 7 à 12 , d'autre part le taux d'abattement des M E S et sa vitesse de précipitation du phosphore augmentent au delà du pH = 8 et l'optimum est obtenu a pH voisin de 11 fig. (9c) d'où l'intérêt de réajuster le pH de l'eau après chaulage pour le maintenir a une valeur correspondant aux normes Algériennes.



**Fig 10. Evolution de PH en fonction de la dose de chaux ajoutée à l'effluent rejeté par la raffinerie des corps gras**

Sanin (2002) reporte un effet similaire à celui du pH de la force ionique sur la viscosité de boues. Une augmentation de la force ionique affecte l'épaisseur de la double couche électrique des particules de boues et modifie la conformation des polymères présents à la surface des floccs. Ceci contribue à rendre les floccs plus compacts, la diminution de l'aire de la section du flocc exposée au fluide facilite donc l'écoulement de la boue, ce qui se traduit par une diminution de la viscosité de la suspension de boue. De plus, le transfert d'une partie de l'eau liée aux floccs vers

l'eau composant la liqueur mixte des boues peut se produire sous l'effet de l'augmentation de la force ionique, ce qui contribue là encore à une diminution de la viscosité de la boue.

### **1. Effet du à la durée d'agitation :**

**LI ET GANCZARCZYK** (1993) étudient l'influence de la variation des conditions opératoires sur la répartition granulométrique des floccs, ils mettent en évidence que le niveau de turbulence présent dans les bassins de boues activées ne détermine pas nécessairement le degré de dispersion des floccs et que statistiquement, la charge organique des boues est le facteur jouant le plus grand rôle dans la détermination de l'occurrence des particules primaires ( $< 2\mu\text{m}$ ). **BIGGS** et **LANT** (2000) montrent que sous l'effet de l'agitation, la taille moyenne des floccs augmente jusqu'à atteindre un équilibre entre le rythme d'agrégation et de rupture des floccs. Ils étudient ensuite l'effet du cisaillement sur la granulométrie des floccs à partir de l'état d'équilibre, les changements de taille des floccs alors engendrés suivent une loi puissance décroissante avec l'augmentation du cisaillement.

En plus de l'optimisation de pH et de la dose des coagulants nous nous sommes penché sur un autre facteur l'agitation afin d'améliorer les rendements d'abattement de pollution en fonction de la durée. Les résultats sont consignés dans le tableau (9) à la lecture de ce tableau nous constatons qu'au delà de 20 minutes le taux d'abattement de la pollution organique, azotée et phosphore arrête d'augmenter puis se stabilise.

Cette durée de 20 min serait donc le temps nécessaire pour que les floccs d'aluminium de fer ou de chaux absorbent une fraction de la pollution exprimée en DCO, MES, N-NTK, P-PT.

**Tableau 21: Effet de la durée d'agitation à 30 tr/ min sur le taux d'abattement DCO , M E S , N-NTN , P-PT.**

COAGULANT	Taux d'abattement											
	MES			DCO			N-NTK			P-PT		
	Al <sup>+3</sup>	Fe <sup>+3</sup>	Cao	Al <sup>+3</sup>	Fe <sup>+3</sup>	Cao	AL <sup>+3</sup>	Fe <sup>+3</sup>	Cao	Al <sup>+3</sup>	Fe <sup>+3</sup>	
<b>Durée (min)</b>												
03	38	24	41	11	9	11	9	6	8	05	03	14
05	66	56	67	20	15	17	16	13	15	13	07	36
10	75	70	83	28	30	26	25	21	23	20	12	58
15	89	91	92	33	31	36	31	29	29	28	16	90
20	91	91	96	36		46	37	31	30	32	24	92
25	86	90	93	35		39	36	30	28	31	22	91
30	88	88	-	34		-	29	-	29	29	21	-

Le pH a été fixe de 6,5 à 8 et 11 respectivement d'utilisation du sulfate d'aluminium du chlorure ferrique, de la chaux. ( figure 10)

La dose des réactifs chimiques est de 1100 mg de [AL<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 18H<sub>20</sub>] et 700 mg de [FeCl<sub>3</sub>. 6H<sub>2</sub>O] et 600 mg de Ca (OH)<sub>2</sub>.

Concernant l'agitation le tableau 14 nous montre que le maximum d'abattement est obtenu après 20 minutes d'agitation pour les trois réactions testes à savoir

\* MES : 90% pour Fecl<sub>3</sub>  
 89% pour Al<sub>2</sub> (So<sub>4</sub>)<sub>3</sub>  
 93% pour la chaux. Ca (OH)<sub>2</sub>

\* DCO : 30% pour Fecl<sub>3</sub>  
 37 % pour Ca(OH)<sub>2</sub>  
 34% pour Al<sub>2</sub> (SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>

\* N-NTK : 29% pour  $\text{FeCl}_3$   
31% pour  $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3$   
30% pour  $\text{Ca} (\text{OH})_2$

\* P-PT : 16% pour  $\text{FeCl}_3$   
28% pour  $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3$   
28% pour  $\text{Ca} (\text{OH})_2$

## 2. Devenir des boues physico – chimiques produite.

Le traitement des eaux usées par boues activées est le procédé biologique le plus communément utilisé, le bon fonctionnement de ce type de procédé est conditionné en large partie par l'aptitude à la séparation entre la boue et l'eau traitée (**JENKINS ET AL.** 1986). Même si une approche microbiologique des phénomènes de floculation est primordiale dans la conduite du procédé de traitement des eaux par boues activées, elle s'avère insuffisante pour caractériser de façon complète les propriétés des boues. Ainsi, la détermination des caractéristiques physiques des floes fournit des informations complémentaires revêtant une grande importance dans la compréhension des phénomènes hydrodynamiques régissant la séparation entre l'effluent et l'eau traitée (**ANDREADAKIS** 1993). Ces deux approches sont étroitement liées et leur considération conjointe semble indispensable pour témoigner de l'état de floculation des boues.

La coagulation- décantations de l'eau résiduaire permet de rejeter moins de polluants dans le milieu naturel , mais elle génère une boue physico –chimique qu'il faut sécher et éliminer par la suite , la connaissance de la qualité physico- chimique s'avère donc indispensable avant de proposer un tel traitement , ces coagulum renferment la fraction particulaire et colloïdale décantable enlevée à l'eau résiduaire, notamment la matière organique, de l'azote , du phosphore mais aussi une quantité de réactifs chimiques utilisés sous forme de précipités, la composition des boues constitue donc une richesse agronomique certaine qui pourrait être valoriser à deux paliers :

1 - Amendement organique

2 - Valeur fertilisante minérale

D'autre part, contrairement à certaines boues de station urbaines ou industrielles, dans les boues provenant de la raffinerie des corps gras de Bejaia, se trouvent des substances toxiques à des teneurs inférieures aux limites de la norme AFNOR U44-041 (**DJENANE** 1995 G. **MATTEI** et al 1986 **CHALLAL H.** 1983) L'absence d'effet phyto - toxique est en faveur d'une valorisation agricole qui pourrait être la solution la plus adéquate pour ce type de boue par une recommandation d'épandage des boues.

- Où épandre
- Type de saison
- Dose utilisée
- Nature de la culture
- Mise en œuvre technique selon **HASSEN** et al

A part la valorisation en agriculture, les deux autres éliminations finales sont l'incinération et la mise en décharge, bien que l'incinération aboutisse à une à une réduction optimale des boues tant en volume qu'en poids et l'obtention d'un produit inerte (cendres), elle nécessite une déshydratation plus poussée et une forte consommation d'énergie, d'où le problème de coût et des moyens à mettre en œuvre.

**3- Analyse statistique des données expérimentales :Tableau 22**

Intervalle de confiance des moyens pour des échantillons  $N < 60$  l'estimation est trop imprécise pour appliquer la formule générale

$$\Delta X = X \pm 1,96 \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Les intervalles de confiance doivent être calculés à partir de la loi de STUDENT FISHER

$$\Delta X = \bar{X} \pm t_{0.05} \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Formule dans laquelle :

S : Ecart type

$\bar{X}$  : Moyenne calculée

t 0.05 : t de SUDENT lu dans la table

$\alpha$  : 0.05

N: taille d'échantillon

#### **4. Mesure des matières en suspension**

La connaissance de la quantité de matière en suspension (M.E.S) est importante pour l'étude des milieux aquatiques d'une part les particules réduisent la transparence de l'eau.

##### **4 -1 Principe de la méthode :**

La méthode consiste à filtrer l'eau résiduaire sur membrane filante afin de retenir toutes les particules ; la membrane est hachée et pesée avant et après filtration, la différence de poids permet de connaître la matière sèche total en suspension dans le volume filtré correspondant.

**Tableau 22 : Valeur moyennes et écarts type des paramètres analysés durant une année (Février 2004 – Mars 2005)**

Période de forte production Débit moyen = 540 m <sup>3</sup> /j							Période de faible production Débit moyen = 480 m <sup>3</sup> /j					
	Unités	Nombre de données	Valeur minimale	Valeur moyenne	Valeur maximale	Ecart-type	Nombre de données	Valeur minimale	Valeur moyenne	Valeur maximale	Ecart-type	Concent. Annuelle
T	°C	27	29	33	40	3.1	28	20	27	39	3.5	-
pH	mg/L	26	1.7	8.9	13.1	1.1	29	1.6	9	12	11.5	-
MES	mg/L	28	320	1131	33.52	351	30	420	1231	5352	327	1057
DCO	mg/L	28	3500	6372	1240	1840	30	2200	5904	10400	3206.5	6100
DBOS	mg/L	28	1840	3170	663	925	28	1040	2936	4203	986	3056
N-NTK	mg/L	28	102	152	219	41.8	29	63	141	259	43.4	147
P-PT	mg/L	28	19	30	64	13.4	30	5.7	24.5	57	10.8	28
CHORUNES	mg/L	28	2340	5375	10500	-	28	1010	5100	4600	-	5210
GLYCEROL	mg/L	28	1.02	3.31	9.51	-	30	0.9	0.7	1.4	-	7.6

- Pour tous les paramètres analysés le nombre de données est de 34 mesures par période, les valeurs qui correspondent à des accidents n'ont été prise en compte
- Les concentrations annuelles moyennes enregistrées présente des variations estimées à (+ou- 10%)

#### **4 -1 Principe de la méthode :**

Mettre les filtres de verre au four à 450 – 500°C pendant 1h : ce traitement renforce la rigidité et la solidité des membranes.

Placer chaque filtre sur les support filtre sous l'entonnoir et laver abondamment toute la surface à l'eau distillée (50 à 70 ml d'eau par membrane) sous un très léger vide.

Déposer les filtres dans leur boites et les placer à l'étuve à 70°C pendant 2h.

Numérotation des filtres

Peser chaque filtre.

#### **4.2.1 Filtration :**

Homogénéisation de l'échantillon

On prend 200 ml d'eau résiduaires

Placer un filtre et le centrer dans le dispositif de filtration

Verser l'échantillon sur le filtre dans le dispositif de filtration

Supprimer l'aspiration dès que le filtre est à sec et verser 5 à 10 ml d'eau distillée sur le filtre et aspirer à nouveau. Retirer l'entonnoir de filtration et sous aspiration rincer avec le plus grand soin de la couronne vierge du filtre à l'aide d'une pissette d'eau distillée.

Supprimer l'aspiration et remettre chaque filtre dans sa boite numéroté

Mettre les boites au frais à l'abri de la lumière.

#### **4.2.2 Séchage et pesée des filtres :**

Mettre les boites contenant les filtres à l'étuve 70°C pendant 2h à 150°C

Laisser refroidir au dessiccateur

Peser chaque filtre, poids P2

#### **4 – 3 Calcul et expression des résultats :**

$$[\text{MES}] \text{ mg/l} = \frac{P_2 - P_1}{V}$$

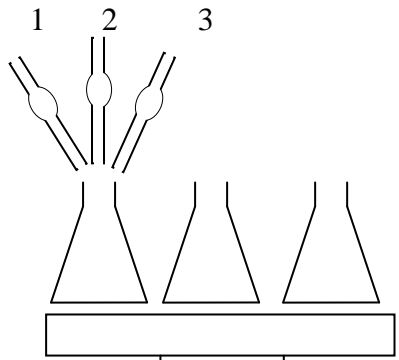
$P_1$  : Poids du filtre avant filtration (mg)

$P_2$  : Poids du filtre après filtration (mg)

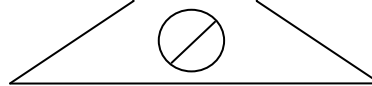
$V$  : Volume filtré (L)

**A. Mesure de l'oxydabilité au permanganate**

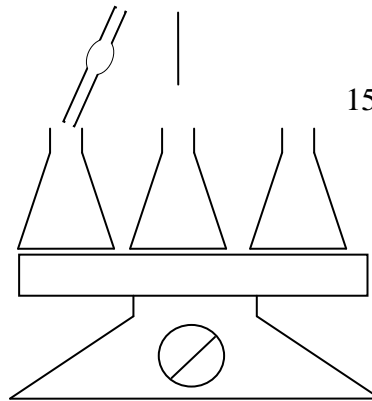
1. eau usée X1 ml
2. eau distillée. 100-X1 ml.
3. acide sulfurique 25% 25 ml



Chauffer jusqu'à  
Ebullition

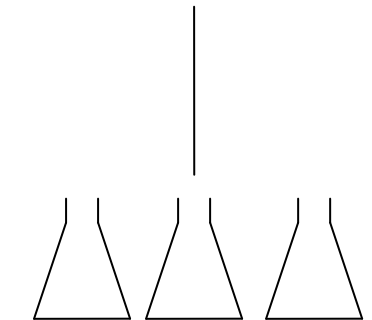


Après ébullition

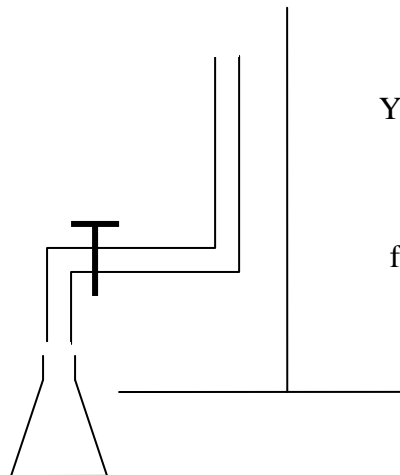


15 ml de  $\text{KMnO}_4$   
0,01 n

10 minutes de  
faible dilution



15 ml  $(\text{HOOC})_2$   
(0,01N) acide  
oxalate mène à une  
décoloration



Y ml titration avec  
 $\text{KMnO}_4$   
Jusqu'à ce qu'il  
apparaisse un  
faible couleur rose

#### **4 – 4 Dosage Au Phosphore Minéral Dissous :**

Le phosphore est un élément nutritif dont la forme minérale majoritaire, l'*orthophosphate* est essentielle à la vie aquatique, des fortes concentrations indice d'un enrichissement dans les eaux résiduaires, sont considérés comme à l'origine d'eutrophisation.

##### **Principe de la méthode :**

La méthode de Murphy et Riley (1962) reste encore aujourd'hui une des plus rapides et des plus simple pour le dosage des ions phosphate réagissent avec le molybdate d'ammonium en présence d'antimoine (III) pour former un complexe que l'on réduit par l'acide ascorbique ; cette forme réduite de coloration bleue a un maximum d'absorption à 885nm. Ce composé bleu contient le phosphore, le molybdène et l'antimoine dans les proportions 1-12-1 les poly phosphates et le phosphore organique ne sont pas dosés par cette méthode.

##### **4.4.1 Flaconnage :**

On a utilisé une série de flacons titres de 250ml lavés à l'eau distillée acidifié

##### **4.4.2 Echantillonnage :**

On a pris 150 ml d'eau résiduaire qui a été près filtrée.

##### **4.4.3 Appareillage :**

Colorimètre

Filtre

Cuve

##### **4.4.4 Réactifs :**

###### **a- Solution de molybdate d'ammonium**

Dissoudre 15g de *para molybdate d'ammonium* pour « analyse »  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_27\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  en poudre fine dans 500 ml d'eau déminéralisée. En flacon de plastique et à l'abri de la lumière, cette solution est stable.

###### **b- Acide sulfurique 2.5 mol.l<sup>-1</sup>**

Ajouter petit à petit avec précaution sous la Hotte 40 ml d'acide sulfurique (densité = 1,84) pour « analyse » dans 900 ml d'eau distillée. Laisser refroidir et conserver en bouteille en verre coloré et bien bouchée.

###### **d- Solution d'acide ascorbique :**

Dissoudre 54g d'acide ascorbique ( $C_6H_8O_6$ ) dans 500ml d'eau distillée.

**d- Solution d'oxytartrate de potassium et d'antimoine :**

Dissoudre 0.34g d'oxy-tartrate de potassium et d'antimoine (III)  $K(SbO)C_4H_4O_6$  dans 250ml d'eau distillée en chauffant légèrement.

**e- Mélange réactif :**

On mélange les réactions ci-dessous dans les proportions suivantes :

100 ml de solution de molybdate d'ammonium

250 ml d'acide sulfurique  $2.5 \text{ mol.L}^{-1}$

100 ml d'acide ascorbique

50 ml d'oxytartrate de potassium et d'antimoine.

**f- Solution étalon primaire de phosphate :**

Sécher dans un dessiccateur sur  $H_2SO_4$  du  $KH_2PO_4$ , en dissoudre 0.6805 dans 1L d'eau distillée et ajouter 1 mL de chloroforme.

**g- Solution étalon secondaire de phosphate :**

Diluer 100 fois la solution étalon primaire, 10ml complète à 1000ml avec de l'eau distillée, mettre dans un flacon brun avec 1ml de chloroforme

**4.4.5 Mode opératoire :**

Mélange – réactif

Mesurer 100ml d'échantillon

Ajouter 10ml du mélange réactif

Attendre 5 minutes et mesurer l'absorbance à 885nm soit  $A_{tr}$  cette mesure

**4.4.6 Etalonnage :**

Introduire dans des fioles jaugées de 500ml 1-2-5-10-20ml de solution secondaire et compléter à 500ml avec de l'eau résiduaire

Faire 2 analyses

Blanc de turbidité

Mesure de l'absorbance de l'eau résiduaire sous addition de réactif par rapport à l'eau distillée sort blanc

Blanc de réactif

Prendre 100ml d'eau déminéralisée et ajouter 10ml du mélange réactif on prend la moyenne de deux mesures.

#### 4.4.7 Calcul et expressions des résultats :

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

$A_{tr}$  : l'absorbance mesurée pour l'échantillon traité

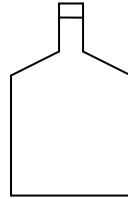
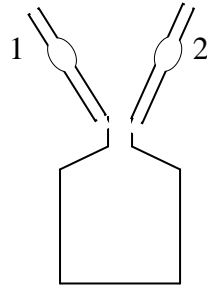
$b_t$  : l'absorbance mesuré pour le blanc de turbidité

$b_r$  : l'absorbance mesurée pour le blanc des réactifs

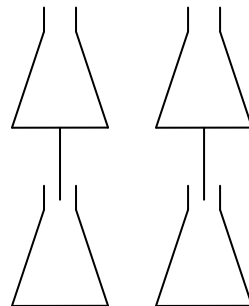
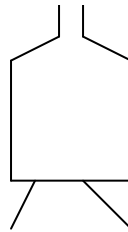
$$\left[ PO_3^{3-} \right] = P.A$$

### C- Détermination de l'oxygène dissous

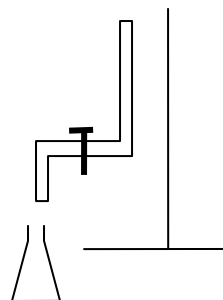
- 1) 2ml de chlorure de manganèse  
400 g  $MnCl_2 \cdot 4H_2O$  + 600 g  $H_2O$  distillée.
- 2) 2ml de NaOH à 32% + 150 de KI + 1 g  $NaN_3$ .



- 3) 10 ml HCl à 25 %.



- 1) titration avec  $Na_2S_2O_3$  0,01 N.
- 2) 2 gtts d'empois d'amidon  
titration jusqu'à décoloration.



Agiter pendant 30 s

Formation d'un précipité

Formation de couleur jaune dont l'intensité dépend de la concentration d'oxygène

## **4 – 5 Dosage de l'azote total (organique + ammoniacal)**

### **Principe :**

La méthode de Kjeldhal convertit l'azote organique en  $\text{NH}_3$ , par digestion à l'acide sulfurique plus le sulfate de potassium en présence du sulfate mercurique. La température doit rester inférieure à  $380^\circ\text{C}$  après dilution, la solution est alcalisée par la soude. On procède à une distillation et on recueille l'ammoniac dans une solution d'acide borique. Le borate d'aluminium est ensuite dosé par une solution titrée d'acide sulfurique. L'interférence des matières organiques est éliminée par traitement avec une solution d'acide sulfurique, sulfate mercurique et sulfate de potassium (50ml/g de matières en suspension).

### **4.5.1 Réactifs :**

- \* Acide sulfurique
- \* Sulfate mercurique
- \* Sulfate de potassium
- \* Thiosulfate de sodium

### **4.5.2 Préparation :**

Dissoudre 267g de  $\text{K}_2\text{SO}_4$  dans un litre et demi d'eau ajouter 400ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentré puis 4 grammes de  $\text{HgSO}_4$  et diluer à 2 litres.

Solution de thiosulfate

25g de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  et 500g de  $\text{NaOH}$  dans un litre d'eau

Indicateur de phénophtaléine 0.5%

### **4.5.3 Mode opératoire :**

Une prise d'essai de 100ml que l'on introduit dans un matras de 800ml ajoutons 50ml de réactif acide sulfate plus de 50ml par gramme de matières en suspension présentes. Faites bouillir jusqu'à ce que la solution devienne claire, refroidir et ajouter 300ml d'eau exempte d' $\text{NH}_4^+$  alcaliser avec la solution de thiosulfate alcaline en présence de phénophtaléine jusqu'à PH 9.5, distiller dans 50ml d'acide borique jusqu'à recueillir 200ml de distillat

Titrer au moyen de la solution 0.02N d'acide sulfurique jusqu'à virage de l'indicateur à la couleur lavande soit  $V_1$ . Effectuer un dosage à blanc avec les réactifs soit  $V_2$ .

La teneur total en azote est donnée par :

$$Nmg/l = \frac{(V_1 - V_2) \times 280}{\text{prised'essai}(ml)}$$

Détermination de la DCO (demande chimique d'oxygène) et de la DBO<sub>5</sub> (demande biochimique oxygène).

A. Mesure de l'oxydabilité au permanganate :

Avant de déterminer la BDO<sub>5</sub> il est souhaitable de faire une analyse de l'oxydabilité au permanganate. Cette mesure nous permet dans la plupart des cas une estimation de la DBO<sub>5</sub> et nous permet ainsi de réduire considérablement la dépense analytique.

Calcul de la consommation de KMnO<sub>4</sub> mg/l

$$KMnO_4 \text{ (mg/l)} = \frac{Y1(ml)KMnO_4(0,01N) - Y2(ml)KMnO_4(0,01N) \times F \times 1000}{X(ml)d'eau usée}$$

Y1 = valeur de filtration du mélange, eau usée + eau distillée

Y2 = valeur de Filtration (ml) de l'eau distillée seule (pour 100-Xml)

F = facteur qui doit être déterminé chaque fois, à partir de la solution de KMnO<sub>4</sub> qui n'est pas stable.

La valeur de référence 1ml de KMnO<sub>4</sub> (0,01N) contient 0,361g mg de MnO<sub>4</sub>.

#### 4.5.4 Détermination de la DBO<sub>5</sub> :

Le calcul de la BDO<sub>5</sub> se fait comme suit :

Consommation d'oxygène dans l'eau de dilutions pendant 5 jours Zed

T = 0 jours                      T = 5 jours

Zed = Co2 (eau de délusion) – Co2 (eau de délusion mg O<sub>2</sub> / L

Consommation dans le mélange eau usée et eau de dilutions pendant 5 Zn

T = 0 jour                      T = 5 jours

Zn = Co2 (mélange) – Co2 (mélange) mg O<sub>2</sub>/L

$$Zm = \frac{X(ml) \times DBO_5(mgO_2 / L) + (100 - x)(ml) \times Zed(mgO_2 / L)}{1000ml}$$

= ..... Mg O<sub>2</sub>/L

De  $Zm = \frac{X(ml) \times DBO_5(mgO_2 / L) + (100 - x)(ml) \times Zed(mgO_2 / L)}{1000ml}$

On obtient :

$$\text{DBO}_5 = \frac{1000}{X(\text{ml})} \times Z_m (\text{mgO}_2/\text{L}) - \frac{100 - X}{X \text{ml}} (\text{ml}) \times Z_{ed} (\text{mgO}_2 / \text{L})$$
$$= \text{mgO}_2$$

La concentration d'oxygène est calculée

$$C_{O_2} = 0.8116 \times F \times V_{\text{ml}} \quad \text{mg O}_2/\text{L}$$

**V** = Volume de titration

**F** = Facteur

Comme  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  n'est pas stable il faut qu'on détermine tous les jours le Facteur F on titre la solution suivante :

25ml  $\text{KIO}_3$  (0.01N) + 75ml eau distillée + 0.5g KI + 10ml  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (25%)  
couleurs obtenues pendant la filtration avec  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (0.01N) jaune avec 2ml d'empais d'amidon décoloré

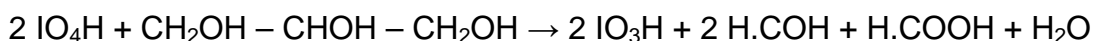
$$F = \frac{25}{V_{\text{ml}}}$$

V = volume de Filtration

#### 4.5.5 Dosage du glycérol

##### a. Principe :

L'acidité *per*iodique en excès attaque à froid le glycérol avec production d'aldéhyde formique et d'acide formique.



L'excès d'acide *per*iodique est ensuite réduit par une quantité connue d'anhydride arsénieux, dont on titre l'excès par l'iode.

##### b. Défécation :

100 ml d'eau résiduaire additionnée a 25ml de sous acétate de plomb, on mélange et on filtre, on met 80 ml du filtrat dans un ballon de 250ml, on verse de

l'alcool (90°) jusqu'au trait de jauge, on laisse au repos quelques heures à la température ordinaire, suivie d'une filtration pour obtenir le liquide d'analyse.

**c. Dosage du glycérol par l'acide périodique :**

Réactifs nécessaires :

**d. Solution d'acide periodique N/50**

Dans un ballon jaugé d'1 litre, introduire 3.04g de periodate dipotassique, dissoudre dans 500ml d'eau, ajouter 15ml d'acide sulfurique pur ( $d = 1.82$ ), refroidir et compléter au trait de jauge.

**e. Solution déci normale d'acide arsénieux :**

TREADWELL conseille de préparer la solution d'  $AS_2O_3$ , le produit pur est desséché pendant 12 heures dans un dessiccateur à chlorure de calcium  $CaCl_2$ , on en dissout 4.95g dans une capsule de porcelaine à chaud dans un minimum de soude possible. On verse dans un ballon d'1 litre avec une goutte de phénophtaléine comme indicateur, et on ajoute l' $H_2SO_4$  étendu, jusqu'à décoloration. On ajoute une solution filtrée de 20g de bicarbonate de sodium dans 500cm<sup>3</sup>.

Solution d'iodure de potassium à 10%

Solution d'iode N/50

**f. Mode opératoire :**

**g. Dosage témoin :**

Dans une fiole conique de 250ml contenant 50 ml d'eau distillée, on mesure exactement 20 ml de solution d'acide *periodique* N/50 on les additionne de 2 à 3g de  $Na_2CO_3$  en poudre puis 25ml de solution d'acide arsénieux N/50 et 1 ml d'iodure de potassium à 10%, on mélange puis on laisse en contact 30 minutes et on fait un titrage de l'excès d'acide arsénieux par la solution N/50 avec l'empars d'amidon, comme indicateur et on note le volume à l'iode utilisé.

**h. Dosage de la solution du glycérol :**

A 80ml de la solution déféquer placée dans un ballon de 250ml on ajoute 20ml de solution d'acide *periodique* après mélange, on laisse en contact

durant 30 minutes et on titre l'acide périodique restant, soit A le volume de solution d'iode N/50 utilisé.

**Calcul :** on  $A > a$ , puisque après destruction du glycérol de l'acide périodique disparu donc la quantité du glycérol est égale à  $(A - a) \times 10$

## **5- Dosage Des Chlorures Par La Méthode De Mohr**

La présence des chlorures dans une eau usée, affecte le milieu récepteur, par sa nocivité et sa corrosivité pour la flore aquatique.

### **5.1 Principe :**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par une solution de nitrate d'argent en présence d'un indicateur qui est le chromate de potassium.

#### **a. Réactifs :**

Acide nitrique pur

$\text{Na}_2\text{CO}_3$

$\text{K}_2\text{CrO}_4$

$\text{AgNO}_3$  N/10

#### **b. Mode opératoire :**

100ml d'eau résiduaire que l'on filtre, ce filtrant est ajouté 5ml d'acide nitrique pur, une pincée de carbonate de chaux et 4 gouttes de  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  puis on fait un titrage avec la solution de  $\text{AgNO}_3$  jusqu'à apparition d'une couleur teinte rougeâtre.

#### **c. Calcul :**

La teneur en chlorures exprimée en milligrammes de NaCl dans un litre d'eau est égale à  $V \times 10 \times 5.85$

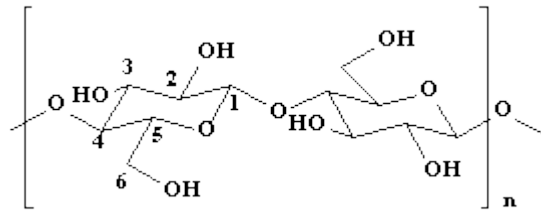
## **5– Essai d'élaboration du matériau glucidique (Mizi A.et al 2006)**

L'industrie oléicole produit chaque année des quantités importantes de sous produits de très faible valeur marchande. Ces sous produits considérés pour longtemps comme déchets agricoles et abandonnés dans la nature sont en réalité riches en cellulose qui peuvent servir à des matériaux de type plastique. Notre travail vise à trouver des voies originales de valorisation pour la synthèse de nouveaux films plastiques potentiellement biodégradables à partir d'une matière première renouvelable ; la cellulose. Ceci peut apporter une solution aux problèmes d'épuisement des ressources pétrolières et de pollution, nous avons synthétisé des esters de cellulose en utilisant l'activation micro ondes. .

L'intérêt de cette étude est de faire estérifier les groupements de la cellulose issue des déchets d'olives par l'intermédiaire de deux acides gras.

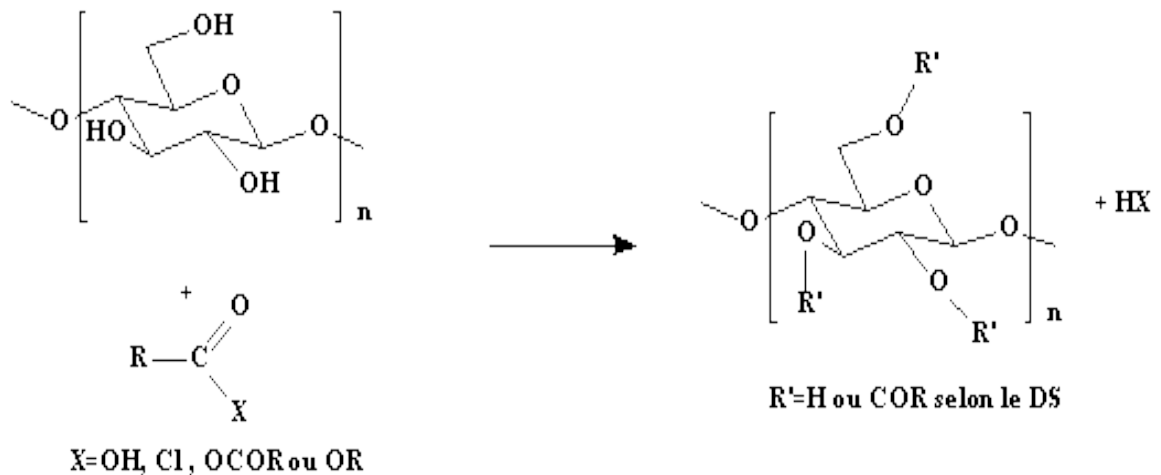
- L'un saturé (acide laurique)
- L'autre le chlorure d'un acide gras insaturé l'acide oléique.

La cellulose est un homopolymère d'unités glucose liées entre elles par des liaisons  $\beta$ 1-4

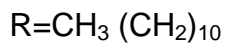


**Figure 11** : Structure de la cellulose.

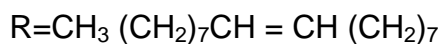
Les méthodes d'obtention d'esters sont extrêmement nombreuses. Un schéma général est représenté sur la figure 12. (MANTAVONIG 1990)



**Chlorure d'acide :**



**Acide laurique :**



## **Matériel et méthode:**

### **1. Origine de l'échantillon :**

Un échantillon de déchet d'olive brut et frais provenant de l'huilerie ONAPO de Guelma (Est de l'Algérie). Les olives sont broyées et pressées à l'aide d'une super prese pendant 20 à 25 mn (théoriquement) à une force de pression de 400 kg/cm<sup>2</sup>.

### **2. Préparation des échantillons :**

Ces déchets d'olives sont séchés au soleil en vue de préparer le substrat.

### **3. Séparation pulpe-noyau :**

Réalisée par un tamissage (tamis de type ménager) tout en frottant avec la main pour récolter le maximum de pulpe ou déchet tamisé, un deuxième tamissage est effectué après un rapide passage du déchet à l'étuve (80 °C) pendant 10 à 15 mn .

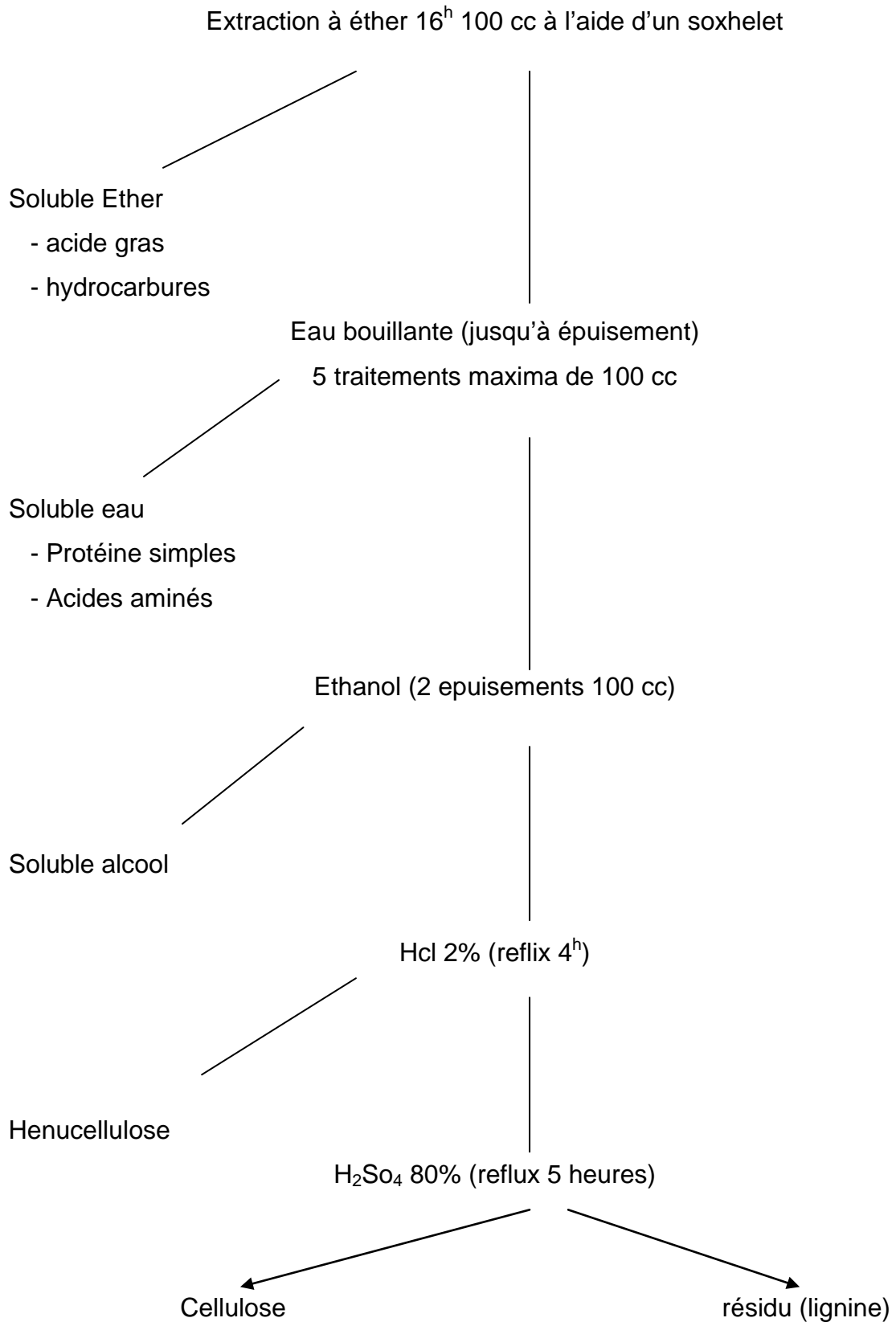
## **Partie expérimentale :**

Avant de faire cette estérification de la cellulose, cette dernière doit subir un traitement pour l'élimination des matières non cellulosique (lignine-tanin, ... etc) afin d'avoir des résultats significatifs.

La technique utilisée est celle de (**WAKSMAN** 1938). Dans son principe et son déroulement avec la succession classique des extractions aux solvants organiques et à l'eau bouillante et d'hydrolyse acides laissant finalement la cellulose et un résidu (lignine) .

Ce qui nous intéresse c'est la cellulose, ce fractionnement est effectué sur 10g d'échantillon.

**PROTOCOLE EXPERIMENTAL**



**Estérification :**

En milieu anhydre on met à reflux 4 grammes de cellulose de l'acide partiellement hydrolysé avec 40 ml de chlorure de l'acide laurique ou 50 ml de chlorure de l'acide oléique en présence de 10 ml de pyridine et 40 ml de Toluène. Après 8 heures le, mélange d'ester de dellulose est filtré et le filtrat est précipité par 95 ml d'éthanol froid. On refiltre et le résidu est redissous dans le toluène et précipité trois fois dans l'alcool pour l'élimination des traces de pydrine, on fait une évaporation puis on redissous dans 15 ml du chloroforme et on laisse évaporer.

Nous avons représenté les principeaux résultats sur le tableau I.

**Tableau 13:** Résultat de l'estérification d'acide gras par les résidus cellullosique.

Type de cellulose	Chlorure d'acide gras	Masse d'ester obtenu (a)	DS par saponification (b)	Observation
Grignon	Laurique	10.12	1.94	Brun souple
Tamissé	Oléique	11.35	1.60	Brun collant

(a) en gramme-masse de cellulose brute initiale.

(b) DS : degré de substitution.

## **Analyse :**

### **1. Analyse qualitative :**

Les esters cellulosiques sous forme de films ont été analysés par spectroscopie infrarouge. L'analyse de ces spectres montre une bande  $\mu$  OH à  $3420 \text{ cm}^{-1}$  de très faible intensité montrant clairement l'estérification des groupements hydroxyles ; et une bande d'adsorption  $\mu$  c = O à  $1730 - 1750 \text{ cm}^{-1}$  de forte intensité caractéristique de la fonction ester. Figure 13

La RMN du proton montre les signaux de la partie alkyle entre 1 et 2,5 ppm ainsi les signaux des parties glucidiques entre 3,5 et 5,5 ppm mais on n'observe pas de signal vers 6-7 ppm montrant l'absence des traces aromatiques (pyridine ou Toluène) et du reste d'acides gras. Figure 14

### **2. Analyse quantitative :**

Le degré de substitution (DS) est déterminé par saponification qui consiste à saponifier l'ester cellulosique par une solution de soude (0,20 N dans 95° éthanol et 4% d'eau) et à doser en retour l'ester d'alcalinité par une solution de HCl 0,1 N le degré de substitution (variant entre 0 et 3 par la cellulose) est donnée par la relation suivante :

$$DS = 162,14 / (m/n - M + 18)$$

m = masse de l'échantillon

n = nombre de moles d'acides gras dosé en retour

M = masse moléculaires de l'acides gras formé lors de l'estérification.

### **3 -Conclusion de la synthèse du saccharide :**

Ce déchet d'olive constitue au vu de ces résultats un matériel végétal tout à fait intéressant dont il faut approfondir l'étude la biodégradabilité ainsi que les tests de résistance mécanique.

# ***Conclusion générale***

**Comme nous l'avons déjà mentionné au cours de cette étude, que l'eau est une ressource naturel nécessaire à la vie, il est donc essentiel de la préserver car sa consommation ne cesse d'augmenter sous l'effet du développement économique. Par conséquent l'eau est menacée par une importante pollution humaine et industrielle, l'origine, la composition, et la quantité de celle-ci est fonction des modes de vie.**

**La pollution va induire un effet néfaste sur l'environnement, c'est pourquoi une sensibilisation générale de l'homme est plus que nécessaire afin de préserver la vie. Cette sensibilisation est suivie de recherche pour remédier aux problèmes déjà causés telles que les eaux résiduaires rejetés par l'industrie. Nous avons essayé de mettre en évidence une étude sur la caractérisation physico-chimique qui s'est relevé par deux caractéristiques principales est sa richesse en matière organique facilement biodégradable en azote, en phosphore d'une part, et d'autre part les variations plus ou moins élevés de débit, de température, de pH et de sa charge polluante.**

**La détermination des caractéristiques physiques des floccs de boues activées revêt une grande importance dans la mesure où l'efficacité de la séparation entre la phase liquide et la phase solide en dépend fortement. Le phénomène de floculation résulte d'interactions physico-chimiques complexes et de nature variée entre les différents constituants des floccs qui en font un mécanisme difficile à modéliser.**

**La description de l'état de floculation passe parfois par des considérations de paramètres indicateurs de la qualité de la boue, témoignant indirectement de l'état de floculation.**

**Les essais de traitement par coagulation - floculation/décantation ont montré que les trois coagulants utilisés permettaient de débarrasser l'effluents global brut de sa matière en suspension est de diminuer sa charge organique azotée et phosphorée. Le meilleur résultat est enregistré avec la chaux car des performances d'abattement de 93 et 88% ont été obtenues respectivement avec les M.E.S et le PT ce qui garantit le respect des normes algérienne pour les rejets d'effluents liquides décret n° 93-160 du 10-07-93.**

**Malgré ces résultats, ce type de traitement reste un traitement partiel qui ne permet qu'une faible élimination de la pollution organique azotée dont le**

**pouvoir polluant est très élevée. Pour avoir un traitement complet la coagulation - décantation devait être en complément avec un traitement biologique qui permettait de réduire la charge (virale) polluante au maximum en utilisant un matériel végétal tel que le déchet d'olive que nous avons synthétisé, qui est très intéressant dont il faut approfondir l'étude de la biodégradabilité ainsi que les tests de résistance mécanique.**

**L'étude de la structure des floccs et la modélisation des phénomènes de floculation permettent de mieux appréhender le comportement physique des floccs et peuvent par conséquent fournir des données intéressantes quant à la qualité de la boue. Les techniques utilisées pour cette caractérisation demeurent des techniques de laboratoire assez lourdes, leur mise en oeuvre peut se révéler délicate. Il est de surcroît difficile d'intégrer tous les paramètres jouant un rôle dans la construction des floccs pour modéliser ou décrire leur structure. De plus, outre des phénomènes purement physiques impliqués dans le processus de floculation, la composition biochimique des floccs et la variation des conditions environnantes du milieu dans lequel ils évoluent jouent un rôle prépondérant dans leur constitution et s'expriment à travers la notion de biofloculation.**

**Pour un même procédé de traitement, la multitude de paramètres physico-chimiques susceptibles de varier et d'avoir une influence sur l'état de floculation des boues activées rend difficile la maîtrise continue d'une floculation optimale des boues activées. La définition de techniques de mesures et de paramètres permettant de fournir des informations instantanées sur la qualité des boues peut donc se révéler utile dans la mesure où elles sont sensibles à des variations de conditions environnementales.**

# **BIBLIOGRAPHIE**

AKTAS ES., IMRE S. & ERSOV L., 2001. Characterization and lime treatment of olive mill wastewater. *Water Res*; 35: 2336 – 40. American National Standards Institute and American Society for Testing and Materials. Standard test method for lignin in wood D 1106-56. Washington (DC) 7 American National Standards Institute; 1977a.

ALBA MENDOZA J., 1999. El orujo de aceituna. Un reto para la investigación y la tecnología. Foro de la industria oleícola y la calidad. Ponencia. Simposium Científico-Técnico Expoliva Octubre 1997. Jaén (España).

ALBURQUERQUE J.A., GONZALEVEZ J., GARCIA D., & CEGARRA J., 2004. Agrochemical of alperujo, a solid by product of the two-phase centrifugation method for olive oil extraction. *Bioresource Technology* 91, 195-200.

AMIRANTE P., 1999. Nuove tecnologie di estrazione e loro influenza sull'utilizzo dei sottoprodotti.

ANDREADAKIS A.D. (1993) Physical and chemical properties of activated sludge flocs. *Water Res.*, 27, 12, 1707-1714.

AMINOT A; CHAUSSEPIE DM, Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre national pour l'exploitation des océans 326p (1983).

AMIRANTE P., 1994. Nuove tecnologie di estrazione e loro influenza sull'utilizzo dei sottoprodotti.

ARFI R. LEVEAN M 1983 Impact d'une perturbation détoitque et polluante sur la structure et le fonctionnement des populations phyto planctoniques *Océanis Vol9, fase 8 pp 653-675*

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION (AFNOR)

AUBERT M, AUBERT J, DANIEL S, GAMBAROTTA J-P, ROMÉY L.A, MANJIN J-Ph, BULLARD P-F, IRR. P, CHEVALIER Y 1967 *Dynamique*

d'eau résiduares rejetées en bassin maritime RW inter océanogr. Med 8 =  
pp 5-40

BAPTISTE P, les traitements d'épuration avant admission sur une station collectif, Rapport de stage sur l'épuration des effluents agro-alimentaires Agence de l'eau Adom Garonne, (1994).

BENGUEDDA RW 1993 Contribution à l'étude de quelques polluants métalliques chez la monte perma perma (h) et le rouget Mullus surmeletus (h) dans la partie occidentale Golf d'Arzew. Thèse de magister Institut des Sciences de la mer. Université d'Alger 108p.

BERNE. F Traitements des eaux usées, épuration des eaux résiduaire de raffinage page 303

BERNE.F. CORDONNIER J. Traitement des eaux .Edition Technip, paris, 1991.

BERAL MP. PAREDES C., SA'NCHEZ-MONEDERO MA, & CEGARRA J., 1998. Maturity and stability parameters of compost prepared with a wide range of organic wastes. Bioresour Technol 1998; 63:91 – 99. BOE. Orden de 28 de mayo sobre fertilizantes y afines. Bol Of Estado 1998; 131:18028–78 Browning BL. Methods of wood chemistry. New York 7 Interscience Publ.; 1967.

Biggs C.A., Lant P.A. (2000) Activated sludge flocculation: on-line determination of floc size and the effect of shear. Water Res., 34, 9, 2542-2550.

BOURQUIN, W. Bioremediation of harzadaris waste biofutur pp24-25

BERSILLAN J.L Quelques formes polycationiques d'aluminium Jour – François d(hydro 2 p91-102 (1978).

BOUTATA. N ET BATTAZ. S élimination des hydrocarbures des eaux usées de la raffinerie de Skikda par le charbon actif granule mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en chimie analytique

BOUTIBA Z 1998 Les biodiversité marine en méditerranée du sud ouest 9-11 (In PAM, 1998)

BOUGHAAICHE. A. traitement des eaux .mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention d'une maîtrise en chimie .institut algérien de pétrole .promotion 1998.

BOUGHACHICH.M Les effluents : traitements des eaux usées. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention d'une maîtrise en chimie. : réalisé par 1997/1998.

BKIEFFERT Caus. PERREAUD Robert .chimie de l'environnement : air eau, déchets, Edition de bock.

BOULOUDNINE.S. Traitement des eaux usées « les effluents ». Mémoire d'un technicien supérieur en chimie industrielle .institut algérien du pétrole « centre de Skikda ». promotion 1994

CADILLON M., 1991. Traitement et valorisation des eaux résiduaires du secteur viticole et oléicole en méditerranée.

CAMERA L., ANGEROSA G., CUCURACHI A., 1978. L' evoluzione della frazione sterolica dell' olivo con il procede della maturazione delle olive.

CHALLAL H. Pollution de l'eau et procédés d'épuration – Aspects techniques, institutionnels et économiques EDIL inf eau n°20 Issn 1111-4196 pp 9-15 (1998).

CHARBONNEAU J. LAROUSSE, encyclopédie de l'écologie, le présent en question, P, page 487

CHEN Y., YANG H., GU G. (2001) Effect of acid and surfactant treatment on activated sludge dewatering and settling. *Water Res.*, 35, 11, 2615-2620.

CHEFETZ B., ADANI F., GENEVINI P., FULVIA T., HADAR Y., & CHEN Y., 1998. Humic acid transformation during composting of municipal solid waste. *J. Environ. Qual.* 27, 780–794.

CHEN Y., CHEFETZ B., & HADAR Y., 1996. Formation and properties of humic substances originating from composts. In: Bertoldi, M., et al. (Eds.). *The Science of Composting*. Blackie Academic, London, pp. 382–393.

CLOUCHINE., T.SEHILI, ROUCHAYLO E., RODIONOV.A.  
Essai d'élimination des matières organiques polluants l'eau de mer du bassin de la station maritime annals de chimie industrielle V.A Volume 5 numéro pp83-88 (1983).

CONSEIL OLEICOLE INTERNATIONAL., 2003. L'olivier, l'huile, l'olive. Edition et Diffusion dépôt légal : M : 2086.

COLAS (R), La pollution des eaux « que sais-je ? » n° 983

CUNHA QUEDA A.C., VALLINI G., AGNOLUCCI M., COELHO C.A., CAMPOS L., & DE SOUSA R.B., 2002. Microbiological and chemical characterization of composts at different levels of maturity, with evaluation of phytotoxicité and enzymatic activities. In: Insam, H., Riddech, N., Krammer, S. (Eds.), *Microbiology of Composting*. Springer Verlag, Heidelberg, pp. 345–355.

DARMOUL B Hadj Ali Salem Vitteli P. Effet des rejets industriels de la région de Gabès (Tunisie) sur le milieu récepteur *Bull. Inst. Nat. Sciences. Techn Océanographie Pêche et Salammbô* 7 = pp5-61 (1980).

TEC ET DOC LAVAISIER Degrement, momento technique de l'eau Tome 1, Paris, France (1989).

DEGREMONT, memento technique de l'eau, dégrement, huitième édition, 1978.

DEGREMENT, memento technique de l'eau, dégrement, 1998 "tome1et2 "

DESJARDINS. R . Le traitement des eaux. 2eme édition revue. Ing. Professeur à l'école polytechnique de montréal.

DESJARDIN R, LENGOK, NORIANG, étude comparative de la performance de divers coagulants préhydrolysés sur l'enlèvement de la matière organique dissoute. Vecteur environnement 29, 37-45, (1996).

DJENANE Abdelhamid, SUMBUCCO J.P Lounis Azzedine Recueil des communications 3ème congres Palais de la culture Annaba 2-4 mai (1995).

DI GIOVACCHINO L., 1994. I sottoprodotti della lavorazione della olive, in Atti seminario internazionale sul trattamento e riciclaggio.

DI GIOVACCHINO L., COSTANTINO N., DI FEBBO M. 1999. La centrifugazione della pate de olive senza acqua di diluizione. La rivista Italina della sostanza Grasse. édition, 159p.

DONKIN MJ BULKING in anaerobic biological systems treating dairy processing waste waters, Int. J. Dairy Technol 50 (1977)

DUSTAN E-H – STICKEL, BLUS L-J et COLL (1971) The occurrence and significance of psypolychlorinated biptinys in the environnement

Eaux méthodes d'essaie, recueil de normes françaises AFNOR, Paris, (1986).

FESSINGER F. AND BERSILLON J.L prépolymérisation de l'hydroxyde d'aluminium pour la coagulation des eaux toilirne du cebedeau 399 p 52-68 (1977).

FIESTA ROS DO URSINOS J.A., 1982 Depuración de aguas residuales en las industrias de aceitunas y aceites de oliva, in Grasas y Aceites.

FIORONO P., PETRUCCIOLI G., 1977. Influenza della maturazione della olive sul tipo e qualità dell'olio. Riv. Ita. GRASSE.

FOUTIANE A., SAADALLAH M., & AFDALI M., 2002. Impact des rejets des industries agroalimentaires sur les ressources en eau. Cas des huileries. Rabat, conseil national de l'environnement.

FOUTIANE A., SAADALLAH M., & AFDALI M., 2002. Impact des rejets des industries agroalimentaires sur les ressources en eau. Cas des huileries. Rabat, conseil national de l'environnement.

GARRIDO J.M, OMIL F, ARROJOB B, MENDEZ R-LIMA J.M, Carbon and nitrogen removal From a waste water Of an industrial dairy laboratory with a complet anaerobic Filter sequencing batch vector systems, wat, Sci. technol U3 249 – 256 (2001).

GHASALLAH Z –Evaluation de la pollution du littoral d'Annaba Thèse de Magister Université de Annaba 82p (2002).

GILET R 1959 Water pollution in Marseille and the relation with flora and fauna. Inter conf. on waste disposal in the marine environment.

GONZALEZ M.D., MORENO E., QUEVEDO-SARMIENTO J., & RAMOS-COMENZANA A., 1990. Studies on antibacterial activity of waste waters from olive oil mills (Alpechin): inhibitory activity of phenolic and fatty acids Chemosphere 20(3/4), 423-432.

GUETTIER P, IWENA J.P, MATHIAN R, RABY D, VACHON A, VIDOU P, L'assainissement des agglomérations - Technique d'épuration actuelle et évolution  
– Etude inter agence numéro 27 – Agence de l'eau Paris France (1994).

HADDADI S évaluation de la charge organique des eaux des rejets d l'industrie des corps gras proposition d'une station d'épuration. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur INA pp83 (1999).

HAMDANI A. Caractérisation et essais de traitement des affluents d'une industrie laitière aspect microbiologiques et physico-chimiques thèse de doctorat Faculté des Sciences d'el Jadida MAROC (2002).

HAMDANI A, ASSOUBEI O, MERINTADOR M ..., Caractérisation et essai de dénitrification biologique d'un effluent de laiterie située dans la ville d'El Jadida (Maroc) Eau ind – Nerrisances 242 - 50-54 (2001).

HASSEN A, JEDDI N, KALLALI H, M GHARBI, SAIDI N, SHAYEB H, ENNABI M, élimination des indicateurs bactériens et des métaux lourds au cours du traitement des eaux usées domestiques dans une station pilote semi industrielle Sci Tech l'eau 27, 34-41, (1994).

HERMOSO M., UCEDA M., GONZALEZ j., 1994. Elaboracion de aceita de oliva continuo de dos fases. ALCUZA.

HERMOSO M., UCEDA M., GONZALEZ J., 1994. Influence of the paste flow rate injected to an olive decander working under the two and three-way system. Acta horticulturae.

HERMOSO M., UCEDA M., GONZALEZ J., 1994. Influence of water addition on the performance of the two-way olive paste decanters. Acta Horticulturae.

JEAN RODIER, AL, L'Analyse de l'eau "Eaux Naturelles-Eaux Résiduaires-Eaux de Mer", 8ème Edition, 1996.

JENKINS D., RICHARD M.G., DAIGGER G.T. (1986) Manual on the causes and control of activated sludge bulking and foaming. Water Res. Commision, Pretoria, 165p.

JORAND, F., ZARTARIAN, F., THOMAS, F., BLOCK, J. C., BOTTERO, J. Y., VILLEMINE, G., URBAIN, V. ET MANEM, J . (1995) Chemical end structural (2D) linkage between bacteria within activated sludge flocs, Water Research, 29, (7), pp. 1639-1647.

KERAMBRUN P 1983 Conséquences de la pollution thermique sur les organismes marins océaniques Vol 9 fase 8 pp 627-651.

KHALANSKI M. Impact des rejets de centrales thermique sur l'écosystème marin

Revue marocaine de l'eau n° 5 ISSN 0851-1411, (Expérience Française Eau et développement 1987).

KOAMAN J.H – ASKAMP A.A.C VEEN et COLL Insecticide as a factor in the mortality of the sandwich stern A preliminary communication Med Ryles – Fac Wit Gent, XXXII n° ¾ 841-854, (1967.)

traitement des eaux résiduaires seminaire le 08-13 mai 2003 (LACHGAR M.S). Formation industrie, centre des techniques appliquées SKIKDA.

LARKAM. F, BACEL. S. Traitement des eaux « effluent » .mémoire d'ingénieur d'état en chimie industrielle, option : génie de l'environnement. Université de constantine. Juin 2005

LEFEVRE E. AND LEGUBE B Iron (III) Coagulation of humic substances extrated from surface waters effect of PH and humic substances concentration research  
24 p 591-606 (1990).

Li D.H., GANCZARCZYK J.J. (1993) Factors affecting dispersion of activated sludge flocs. Water Environ. Res., 65, 3, 258-263.

LES TRAITEMENTS des Eaux Dans L'industrie Pétrolière, Edition Technip, 1972

MATTEI.G et al *Appt Microbiol Biotechnol* 23, 202 (1986)

MEGHZILI B, MEDJRAM M.S AND ACHOUR S

Qualité des eaux de la station de traitement de la ville de Skikda, Algérie

Essais d'optimisation de la clarification

*J. Phys. IV France* 124 (2005) 61-67

MEBIROUK M., 2002. Rejets des huileries, développement d'un procédé intégré pour la biodégradation des poly phénols. CITET, Station de traitement biologique des margines.

MEBIROUK M., 2002. Rejets des huileries, développement d'un procédé intégré pour la biodégradation des polyphénols. DOI: 10.1051/jp4:2005 12 4010

MEMENTO TECHNIQUE DE L'EAU. Edition n°9, tome 2, 1989. Dégrément « traiter l'eau protéger l'environnement ».

MOFFET J.W *The chemistry of high-rate water treatment* J.American water works association 60 p 1255-1270 (1968).

MOLLETTA R. TORRIJAS M. Impact environnemental des effluents de la filière laitière *Tech, Ing F-1500* 1-9 (1999).

MIZI A., A. HAOUAM et A. GHEID *Jour.of Food, Agric. et Environ.* Vol 4(2) 2006

MIZI A., A. HAOUAM et A. GHEID *Asian Journal of Chemistry* Vol 19(1) sous presse

MONTAVONIG, YACCARIG 1990 the use of carbohydrate as organic raw material l'industria saccarifira. *Italiana* 83,139-51

OSTERBERS G. PEARCY F.W CURL H

Radioactivity and its relationships to oceanic food chains J – mar – Research 22 (1) 2-12, (1964).

PAREDES C., CEGARRA J., ROIG A., SA´NCHEZ-MONEDERO M.A., & BERNAL M.P., 1999. Characterization of olive mill wastewater (alpechin) and its sludge for agricultural purposes. Bioresource Technol; 67:111– 5.

PARE T., GREGORICH E.G., & DINEL H., 1997. Effects of stockpiled and composted manures on germination and initial growth of cress (*Lepidium sativum*). Biological Agriculture and Horticulture 14, 1–11.

PAREDES C., ROIG A., BERNAL M.P., SA´NCHEZ-MONEDERO M.A., & CEGARRA J., 2000. Evolution of organic matter and nitrogen during co-composting of olive mill wastewater with solid organic wastes. Biol Fertil Soils; 32: 222– 227.

PAREDES C., CEGARRA J., BERNAL M.P., & ROIG A., 2004. Influence of olive mill wastewater in composting and impact of the compost on a Swiss chard crop and soil properties.

PEREZ J., DE LA RUBIA T., MORENO A.J., & MARTINEZ J., 1992. Phenolic content and antibacterial activity of olive waste waters. Environmental Toxicology and Chemistry 11, 489-495.

PHILIP LEKEANY Agenda, J GANTER Revue Française des corps gras n°2 pp 62 – 66, (1978).

P THIEBAULT L'élimination des micropolluants organiques lors du traitement par clarification TSM l'eau 1979 n° 3 pp 144-148 (10 vif) (1967).

RAHMANI M., LAMRANI M., SAARI CSALLANY A., 1997. Development of a simple method for the determination of optimum harvesting date for olive.

RAMDEF élément d'écologie appliquée action de l'homme sur la biosphère  
Ed – MC Graw Hill, Paris, p266, (1978).

RAVERA O. GOMMES R. MUN TAN. H cd distribution in aquatic  
environment and its effects on aquatics organism  
European colloque = problem of the contamination of man and his his  
environment b mercuric Cd Luxembourg juillet (1973).

RICHARD.Y FIESSINGER. F Le traitement industriels des eaux potables  
par le charbon actif T.S.M L'eau Février n°2 pp 43-61 ((1973).

ROBERCK G.G Purification de l'eau potable en vue d'enlever les pesticides  
et autres corps chimiques la pratique américaine Ass – int – distrib d'eau  
9ème congrès sept 8p (1972).

ROBERT J.S, SHELDAN J.B.D Coagulation and precipitation of a  
mechanical pulping effluent I. removal of carbon, colorir and turbidit wast res  
30, 1169-1178, (1996).

ROUIDI SONIA. Cartographie de la pollution par les hydrocarbures totaux au  
niveau de la plate forme industrielle de Skikda .En vue de l'obtention du  
diplôme de magister en écologie,  
SAAD. Z, LAZPARD Y, EL SAMRANI. A-G, SLIM. K Utilisation de la  
coagulation – Flocculation pour la dipolution des eaux de surface au LIBAN  
cahiers de l'Association Scientifique Européenne pour la santé et l'eau  
Volume 10 N° 01 – pp71-78 (2005).

SACHAN G. Traitement des eaux résiduaires d'industries agro-alimentaire et  
environnement 11 décembre 1990, Paris, France (1990).

SANIN D., VESILIND P.A. (2000) Bioflocculation of activated sludge: the role  
of calcium ions and extracellular polymers. Environ. Technol., 21, 1405-1412.  
SEMINAIRE sur la pollution des eaux et leurs traitements, les 20 et 21 juin  
1999.

SOCIETE D'ETUDES ET DE DEVELOPPEMENT POUR L'ENVIRONNEMENT., 1994. Quand la ville et l'industrie fertilisent les champs (Beauvais, SEDE) ,13 pages.

. SOLINA M., DI GIOVACCHINO J., CUCURACHI Al., 1975. I polifenoli delle olive e olio d'oliva.

SONATRACH, la revue n°35 octobre 2002. La semaine de l'énergie en Algérie .une manifestation de dimension internationale.

TRAMS, 36 Th cauf N-ann Wild Wat Des 7 – 10 mar 71 Wildife mage Inst-wash DC, 118/33, 20005.

URBAIN V., BLOCK J.C., MANEM J. (1993) Bioflocculation in activated sludge: an analytic

VERD. B, L'analyse écologique des boues actives. SEGETEC (1975). Agence de bassin Loire Bretagne, traitement des eaux usées de l'industrie agro-alimentaire. Dualité de l'environnement et productions alimentaires pp167-188, (1989).

YACOUBI A ET AYCH. J, Sarption de l'atrazim et du divran sur charbon actif en poudre en présence de tensioactif, ions, calcium et bichromate. Essai de modélisation RW- Sci- eau 12/2 389-409, (1999).

WAKSMAN SA –« Humus » origine chemical composition and importance in nature. The williams and wilkis Co Baltimore (1938)

ZEROUALI.D. Traitement des eaux résiduaires. Centre inter- entreprises de formation industrielle, séminaire juin 2000.

# **ANNEXE**

## Normes de rejets

Les normes de rejet des eaux et les paramètres d'analyses de la pollution

Les normes de rejet des eaux usées et d'effluents (normes guides)

Niveaux de rejet selon la circulaire du 4 novembre 1980

Matières en suspension et matières oxydables

(Premier Groupe - échantillon sur 24 h)

Niveaux	Matières décantées	MES Totales	DCO (mg/l)	DBO 5 (mg/l)
A	élimination à 90 %			
B	idem	élimination à 80 % *		
C	idem	élimination à 90 % *		
D	idem	idem		
E	idem	idem	90	30
F	idem	idem	50	15

\* ou concentration inférieure à 20 mg/l

Selon l'arrêté du 2 février 1998 (normes guides)

MEST :

100 mg/l si le flux journalier maximal autorisé n'excède pas 15 kg/j ;  
35 mg/l au-delà. Elle est de 150 mg/l pour une station d'épuration  
en lagunage.

---

Substances azotées

(Deuxième Groupe - échantillon sur 24 h)

Niveaux	Azote Kjeldahl organique et ammoniacal, en mg/l de N	Niveaux	Azote global organique+ ammoniacal+ nitreux+ nitrique, en mg/l deN
NK1	40*	NGL1	20*
NK2	10*	NGL2	idem*
NK3	10*		

\* échantillon moyen sur 24 h

Selon l'arrêté du 2 février 1998 (normes guides)

Azote global, comprenant l'azote organique, l'azote ammoniacal et l'azote oxydé : 15 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 150 kg/j.

Elle est de 10 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 300 kg/j.

Toutefois, des valeurs limites de concentration différentes peuvent être fixées par l'arrêté d'autorisation lorsque le rendement de la station d'épuration atteint au moins 80 % pour l'azote.

---

Substances Phosphorées

(Troisième Groupe - échantillon sur 24 h)

Phosphore total (en mg/l de P)	
PT1	80 % d'élimination ou 2 mg/l si les effluents sont très dilués
PT2	idem

Selon l'arrêté du 2 février 1998 (normes guides)

Phosphore total: 2 mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est égal ou supérieur à 40 kg/j.

Elle est d'1mg/l en concentration moyenne mensuelle lorsque le flux journalier maximal autorisé est supérieur à 80 kg/j.

Toutefois des valeurs limites de concentration différentes peuvent être fixées par l'arrêté d'autorisation lorsque le rendement de la station d'épuration atteint au moins 90 % pour le phosphore.

Pour l'azote et le phosphore : la concentration moyenne sur un prélèvement de 24 heures ne dépassant pas le double des valeurs limites fixées.

---

Les normes de rejet des effluents  
(normes guides)

Selon l'arrêté du 2 février 1998

pH : 5.5 < pH < 8.5 ; 9.5 s'il y a neutralisation alcaline
Température: inférieure à 30 ° C
DCO : 150 mg/l Pour effluent non décanté : 300 mg/l si le flux journalier maximal

autorisé n'excède pas 100 kg/j.  
Eaux réceptrices : 50 kg/j ; 125 mg/l au-delà.

DBO 5 : pour effluent non décanté : 100 mg/l si le flux journalier maximal autorisé n'excède pas 30 kg/j.  
Eaux réceptrices : 15 kg/j ; 30 mg/l au-delà.

MEST :  
100 mg/l si le taux journalier maximal autorisé par l'arrêté n'excède pas 15 kg/j ; 35 mg/l au-delà.  
150 mg/l pour une station d'épuration de lagunage

Indice Phénols : 0.3 mg/l si le rejet dépasse 3 g/j

Cyanures : 0.1 mg/l si le rejet dépasse kg/j

Chrome hexavalent et composés :  
0.1 mg/l si le rejet dépasse 1g/j

Plomb et composés :  
0.5 mg/l si le rejet dépasse 5 g/j

Cuivre et composés :  
0.5 mg/l si le rejet dépasse 5 g/j

Chrome et composés :  
0.5 mg/l si le rejet dépasse 5 g/j

Nickel et composés :  
0.5 mg/l si le rejet dépasse 5 g/j

Zinc et composés :  
2 mg/l si le rejet dépasse 20 g/j

Manganèse et composés:  
1mg/l si le rejet dépasse 10 g/j

Etain et composés :  
2 mg/l si le rejet dépasse 20 g/j

Fer, aluminium et composés :  
5 mg/l si le rejet dépasse 20 g/j

Composés organiques halogénés :

(en AOX ou EOX ) (2)

1mg/l si le rejet dépasse 30 g/j

Vous trouverez l'intégralité de l'arrêté du 2 février 1998 dans le Journal Officiel de la république française publié le 3 mars 1998.

---

Paramètres d'analyses de la pollution des eaux

Parmi les analyses utilisées pour mesurer la pollution des eaux ou d'effluents, 4 sont très couramment effectuées : la DCO, la DBO 5, le pH et les MEST.

Les matières organiques, sont des matières oxydables qui nécessitent pour leur décomposition une certaine quantité d'oxygène. Elles vont appauvrir le milieu naturel en oxygène, c'est pourquoi elles sont considérées comme des matières polluantes.

2 paramètres permettent d'évaluer la teneur en matières organiques: la DCO et la DBO 5.

La Demande Chimique en Oxygène

Elle s'exprime en milligramme par litre (mg/l) d'oxygène et correspond effectivement à la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder dans des conditions opératoires définies, les matières organiques présentes dans un échantillon donné.

L'oxydation est réalisée ici par un réactif ayant un pouvoir d'oxydation puissant (le permanganate de potassium à chaud en milieu acide). La quantité de réactif consommé pour l'oxydation des matières organiques présentes, rapportée en mg/l d'oxygène, correspond à la DCO.

La Demande Biochimique en Oxygène

Les phénomènes d'auto-épuration dans les eaux superficielles résultent par la dégradation des charges organiques polluantes par les micro-organismes. L'activité de ces derniers tend à consommer de l'oxygène et c'est cette diminution de l'oxygène dans le milieu qui est mesurée par la DBO 5. En effet, à 20° C la dégradation des matières organiques commence immédiatement. Il a été conventionnellement retenu d'exprimer la DBO 5 en mg/l d'oxygène consommé pendant 5 jours

à 20°C.

Les eaux destinées à la consommation humaine doivent avoir une DBO 5 de 0 mg/l. Les eaux superficielles de bonne qualité ont une DBO 5 égale à quelques mg/l.

La DCO représente l'ensemble des matières oxydables et la DBO 5 représente la part des matières organiques biodégradables. La différence entre la DCO et la DBO 5, représente la charge en matières organiques peu ou pas biodégradable.

Calcul :  $DCO : DBO\ 5 = \text{Rapport}$

Pour les eaux usées domestiques le rapport est de 1.5 à 2. Ce qui correspond à une biodégradation facile. Il peut atteindre 2.5 à 3 sans inconvénient très sensible.

Important: La DCO sera toujours supérieure à la DBO 5 (sauf conditions particulières).

Le Potentiel d'Hydrogène

Cette mesure physico-chimique effectuée à l'aide d'un ph-mètre, permet de savoir si l'échantillon d'eau est acide, basique ou neutre.

L'échelle des pH varie de 0 à 14. Le pH de neutralité étant 7.

Pour rendre une solution proche de la neutralité, il suffit d'ajouter une base si celle-ci est acide, ou d'ajouter un acide si elle est basique.

Notons que l'on peut avoir une idée des pH en trempant dans le liquide à tester, un papier spécialement étudié à cet effet et qui change de couleur avec le pH.

Les eaux en sortie de station d'épuration doivent avoir un pH aux alentours de 7.5.

Les Matières en Suspension Totale

La teneur et la composition minérale ou organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables. Cependant des teneurs élevées en MEST peuvent empêcher la pénétration de la lumière, diminuer l'oxygène dissous et limiter alors le développement de la vie aquatique et créer des déséquilibres entre diverses espèces.

Elles peuvent être responsables de l'asphyxie des poissons par colmatage des branchies. Elles peuvent aussi interférer sur la qualité d'une eau par des

phénomènes d'adsorption notamment de certains éléments toxiques, et de ce fait être une voie de pénétration de toxiques plus ou moins concentrés dans l'organisme.

Ainsi on comprend mieux pourquoi les MEST rentrent systématiquement en compte dans un bilan de pollution.

Ces analyses des MEST permettent donc de connaître la quantité de matière non dissoutes, quelles soient organiques ou minérales, présentes dans un échantillon.

Cette analyse consiste à faire passer sur une membrane filtrante qui aura été préalablement pesée P1, une quantité connue d'effluent à analyser.

Après passage à l'étuve à 110°C, la membrane est à nouveau pesée P2. La différence entre P2 et P1 représentera la quantité de matières retenues sur la membrane filtrante, puis séchée lors du séjour en étuve ; se sont les MEST, elles s'expriment en mg/l.

Sur une eau domestique, les teneurs de matières en suspension sont normalement de 200 mg/l.

---

Ceux qui aiment marcher en rangs sur une musique : ce ne peut être que par erreur qu'ils ont reçu un cerveau, une moelle épinière leur suffirait amplement.

**Albert Einstein**