

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة السواحل

**Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du  
Littoral**



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'ETUDES  
UNIVERSITAIRES APPLIQUEES (D. E. U. A)**

**Sujet :**

**POLLUTION  
PAR LES PRINCIPAUX REJETS AU NIVEAU DU LITTORAL ALGEROIS**

Présenté par :

M<sup>elle</sup> NOUAH SAMIA.

M<sup>elle</sup> TOUZI NAOUAL.

Promoteur :

M<sub>r</sub>. ROUBAH MOHAMED.

**JUIN 2011**

**Parce qu'elle est source de vie, l'eau est fragile.**

**Parce qu'elle est source de prospérité, l'eau est convoitée.**

**Parce qu'elle semble inépuisable, l'eau est gaspillée.**

**Parce qu'elle semble inaltérable, l'eau est polluée.**

**(In Belaidi et Aissaoui., 2005)**

## *Sommaire*

	<b>Page</b>
Introduction :.....	1
 <b>Chapitre I : Généralité</b> 	
I. Généralités.....	2
I. 1 Origine de la pollution.....	2
I. 1.1 La pollution domestique .....	2
I. 1.2 La pollution industrielle .....	2
I. 1.3 La pollution agricole.....	2
I. 1.4 La pollution accidentelle .....	3
I. 2 Les paramètres indicateurs de la pollution .....	3
I. 2.1 Matière en suspension (M.E.S).....	3
I. 2.2 Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	3
I. 2.3 Demande chimique en oxygène(DCO) .....	4
I. 2.4 Le rapport DBO <sub>5</sub> /DCO .....	4
I. 2.5 Matière oxydable (MO) .....	4
I. 2.6 Carbone organique total (COT) .....	4
I. 3 Les types de pollution .....	5
I. 3.1 Pollution biologique .....	5
I. 3.2 Pollution physique .....	5
I. 3.3 Pollution chimique.....	5
I. 3.3.1 Les hydrocarbures.....	5
I. 3.3.2 Les métaux lourds .....	8
I. 3.3.3 L'eutrophisation .....	9
I. 4 Importance et conséquences de la pollution .....	9

## **Chapitre II : Zone d'étude et méthodologie**

II. 1 Présentation de la zone .....	15
II. 2 Réseau hydrographique.....	15
II. 3 Méthodologie.....	17
II. 3.1 Prélèvement de l'eau .....	17
II. 3.2 Mesure des paramètres physico-chimiques .....	18
II.3.3 Travaux au laboratoire .....	19
II. 3.3.1 Mesure de la matière en suspension (MES) .....	19
II. 3.3.2 Mesure de la matière organique (MO) .....	20
II.3.3.3 Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO) .....	20
II. 3.3.4 Dosage des sels nutritifs .....	21

## **Chapitre III : Résultats et discussion**

III.1 Paramètres physico-chimiques .....	27
III. 2 MES, demande chimique en oxygène et matière organique .....	28
III. 3 Les sels nutritifs .....	30
III. 3.1 Les phosphate .....	30
III. 3.2 L'ammonium .....	31
III. 3.3 Les nitrites et les nitrates .....	32
Conclusion.....	34

Références bibliographique

Liste des tableaux et des figures

Annexes

# *liste des tableaux et des figures*

## **Liste des tableaux**

**Tableau n° 1:** Origine des pollutions par hydrocarbures à l'échelle mondiale

**Tableau n° 2:** Effets à courts et à long terme d'une pollution par hydrocarbures sur les organismes  
Et les peuplements.

**Tableau n° 3:** Toxicité des métaux lourds étudiés sur l'homme et les poissons.

**Tableau n° 4:** Problèmes liées à l'eutrophisation des plans d'eaux

**Tableau n° 5:** Moyen de lutte contre l'eutrophisation

**Tableau n° 6:** Quelques caractéristiques de ces oueds qui composent le réseau hydrographique.

**Tableau n° 7:** Valeurs des blancs de turbidité.

**Tableau n° 8:** Valeurs des paramètres physico-chimiques.

**Tableau n° 9:** Teneurs en phosphate, ammonium, nitrites, nitrates, MES, matière organique (MO) et demande chimique en oxygène (DCO : \* analyse non adaptée à l'eau de mer).

## **Liste des figures**

**Figure n° 1:** Conséquences de l'eutrophisation

**Figure n° 2:** Carte représentative des différents oueds et stations de prélèvement

**Figure n° 3:** Photo de l'oued Mazafran

**Figure n° 4:** Photo de l'oued El Hamiz

**Figure n° 5:** Photo de l'oued El Harrach

**Figure n° 6:** Photo de l'oued de Beni Messous

**Figure n° 7:** Courbes d'étalonnage des sels nutritifs

**Figure n° 8:** Variation de la teneur en MES dans les différentes stations.

**Figure n° 9:** Variation du taux de la M.O dans les MES des différentes stations.

**Figure n° 10:** Variation de la DCO dans les différentes stations.

**Figure n° 11:** Variation de la concentration en phosphate dans les différentes stations.

**Figure n° 12:** Variation de la concentration en ammonium dans les différentes stations.

**Figure n° 13:** Variation de la concentration en nitrite dans les différentes stations

**Figure n° 14:** Variation de la concentration en nitrate dans les différentes stations

# Chapitre I

## Généralités

## *Introduction*

La méditerranée considérée comme l'une des mers les plus exposées aux risques de pollution, est soumise à une forte pression humaine. En effet ses eaux reçoivent d'une manière chronique des déchets domestiques, agricoles et industriels provenant des égouts, d'émissaires industriels direct ou indirect, engendrant le phénomène d'eutrophisation.

Le littoral Algérien est caractérisé par une concentration de la population et des activités socio-économiques. Il apparaît comme réceptacle de tous les polluants d'origine anthropique, fertilisant et toxique entraînant par la suite des modifications considérables de la structure de fonctionnement des écosystèmes marins. Plusieurs années d'observations sont souvent nécessaires pour déterminer si une telle évolution est naturelle ou provoquée par l'homme.

Ce document comporte trois chapitres. Le premier décrit les généralités sur la pollution (types, importance et conséquences). Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude, les caractéristiques des oueds étudiés et les méthodes d'analyse. Enfin dans le troisième chapitre clôturé par une conclusion générale, sont présentés les résultats obtenus et la discussion.

## **I. Généralités**

### **I. 1 Origine de la pollution :**

Pour l'organisation mondiale de la santé O.M.S, la pollution peut être définie comme la dénaturation d'un milieu qui résulte d'une activité humaine et rend moins propre à l'usage auquel elle convenait dans son état naturel.

La pollution des cours d'eau provient principalement des rejets domestiques et industriels, après leur passage ou non par une station d'épuration.

En plus de ces pollutions, la pollution accidentelle (accident routier, incendie d'usine...) sont à l'origine de déversement aux effets spectaculaires mais passagers (**Gaujous, 1995**).

**I. 1.1 La pollution domestique :** Provenant des habitations, elle est en général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration :

- Des germes fécaux.
- De fortes teneurs en matière organique.
- Des sels minéraux (azote, phosphate...).
- Des détergents.

En sortie des stations d'épuration, on retrouve les mêmes éléments en quantités moindres (50 à 90 % extraits) mais concentrés en un point de rejet.

**I. 1.2 La pollution industrielle :** Provenant des usines, elle concerne par exemple.

- Matière organique et graisses (industrie agro-alimentaires, équarrissages....)
- Hydrocarbures.
- Métaux (traitement de surface).
- Acide, base produits chimiques divers.

**I. 1.3 La pollution agricole :** Provenant des fermes ou des cultures, elle se caractérise par de fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphate, potassium ...) qui proviennent :

- Des engrais.
- Des purines et lisiers (élevage).
- Les pesticides et les herbicides.

**I. 1.4 La pollution accidentelle :** En mer, elle est souvent très médiatisées et à forte charge émotionnelle, par rapport aux autres sources de pollution. La pollution accidentelle concerne les facteurs de risques comme :

- Les flux de circulation (routière ou maritime).
- Les accidents survenus dans les usines.
- La légèreté de certains usagers, les erreurs de branchement dans les égouts.

## **I. 2 Les paramètres indicateurs de la pollution :**

### **I. 2.1 Matière en suspension (M.E.S) :**

La matière en suspension représente tous les résidus d'origine organique ou minérale liées à des activités industrielles mais englobe aussi le plancton et les particules sédimentaires.

Cette pollution particulière est à l'origine de nombreux problèmes comme ceux liés au dépôt de matières, à leur capacité d'adsorption physico-chimique ou aux phénomènes de détérioration du matériel (bouchage, abrasion, etc....), leur principal effet est de troubler l'eau, diminuant le rayonnement lumineux indispensable pour une bonne croissance des végétaux au fond des cours d'eau.

La dégradation de ce matériel végétal provoque une diminution des réserves en oxygène des plans d'eau, qui en retour induit des problèmes secondaires, tels que la mortalité des poissons, la libération de gaz corrosif et autre substances indésirable ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), des substances organoleptiques et des toxines, etc.....

### **I. 2.2 Demande biochimique en oxygène ( $\text{DBO}_5$ ) :**

La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène qu'une eau a besoin pour oxyder biologiquement la matière contenue dans cette eau par les micro-organismes aérobies.

Ce paramètre constitue un bon indicateur de la teneur en matière organique biodégradables d'une eau naturelle polluée ou d'une eau résiduaire, il est utilisable :

- Soit pour quantifiés la charge polluante organique de l'eau.
- Soit pour évaluer l'impact d'un rejet sur le milieu naturel.

- Soit pour évaluer l'intensité du traitement nécessaire à l'épuration d'un rejet par un procédé biologique.

### **I. 2.3 Demande chimique en oxygène(DCO) :**

Elle représente la quantité totale de la pollution oxydable est correspond à la quantité d'oxygène qu'il faut fournir grâce à des réactifs chimiques puissants, pour oxyder les matières contenues dans l'effluent (**Koller, 2004**).

### **I. 2.4 Le rapport DBO<sub>5</sub>/DCO :**

Ce rapport est un indicateur des possibilités d'autoépuration de l'eau. A mesure que les eaux usées contiennent d'avantage de matière peu biodégradable ou toxique (le rapport DBO<sub>5</sub>/DCO devient inférieur à 0.3), les procédés physico- chimiques prennent le cas sur les méthodes biologique. A la limite, il faut avoir recours à une détoxification.

### **I. 2.5 Matière oxydable (M O) :**

C'est un paramètre utilisé par les agences de l'eau pour caractériser la pollution organique de l'eau, il se définit à partir de la DBO<sub>5</sub> et de la DCO selon la formule suivante :

$$\text{MO} = (2 \times \text{DBO}_5 + \text{DCO}) / 3.$$

### **I. 2.6 Carbone organique total (COT) :**

Le carbone organique est constitué d'une diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques. Ces fractions sont caractérisées par la DCO et DBO<sub>5</sub>.

La détermination porte sur les composés organiques fixés ou volatils, naturels ou synthétiques présents dans les eaux résiduaires (celluloses, sucres, huiles, etc....) suivant que l'eau a été préalablement filtrée ou non, on obtiendra le carbone dissous (COD) ou le carbone total(COT). Cette mesure permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets et d'établir éventuellement une corrélation avec la DBO<sub>5</sub> et la DCO (**Rodier, 1984**)

**I. 3 Les types de pollution :**

**I. 3.1 Pollution biologique :** Terme générique de microbe désigne couramment des bactéries et des virus pathogènes, organismes unicellulaires invisibles à l'œil nu, cette pollution conduit au phénomène d'eutrophisation qui peut à son tour provoquer une nouvelle pollution organique (**Bellan et Perres, 1994**).

**I. 3.2 Pollution physique :**

Elle regroupe les matières solides ou en suspension quelque soit leurs natures. Elles peuvent avoir une action de modification sur la qualité biologique du milieu .Marin par action mécanique : réchauffement d'eaux, et radiation ionisante de certaines industries (pollution thermique).

Nous pouvons citer la présence de matières colloïdales qui sont retenues par filtration. Les eaux chaudes diminuent le transfert d'oxygène atmosphérique vers l'eau. Elles Diminuent la solubilité de l'oxygène. Les métabolismes phytoplanctoniques peuvent être perturbés car l'eau chaude inhibe leur photosynthèse (**Bellan et Perres, 1994**).

**I. 3.3 Pollution chimique :** Due à des substances en solution, elle se traduit par un changement de saveur (eaux salées ou saumâtres) parfois par l'apparition d'un caractère toxique lorsque le corps dissous est un poison.

**I. 3.3.1 Les hydrocarbures :**

Les rejets d'hydrocarbures dans l'eau proviennent (tableau n° 1) :

- Du transport maritimes : accidents (marée noires), rejets décales, fuites, nettoyage des citernes.
- Du déversement aux terminaux pétrolier.
- De l'activité industrielle : raffinage et pétrochimie.
- Des résidus d'huile usée (garage).
- Des apports atmosphériques.
- Des eaux de ruissellement, en zone urbaine.

La plupart de ces rejets s'effectue en mer, sur les cotes. la quantité d'hydrocarbures répandue naturellement (notamment par les suintements sous marins) est mal connue.

Les marées noires pour spectaculaires et localement catastrophique représentent qu'une faible part des rejets d'hydrocarbures en mer. Arrêté du 1<sup>er</sup> mars 1993. Plusieurs facteurs déterminent l'importance d'une pollution sur les biocénoses (tableau n° 2).

- La nature des hydrocarbures.
- La zone climatique.
- Des conditions hydrométéorologiques.
- Ou encore des espèces elle-même.

**Tableau n° 1 : Origine des pollutions par hydrocarbures à l'échelle mondiale (Fattal, 2008).**

Sources	1973 (tonnes)	1981 (tonnes)	1990 (tonnes)	2000 (tonnes)
Rejets atmosphériques	600000	300000	200000	3750000
Sources Naturelles	800000	200000	200000	250000
Déversement Continentaux	2700000	1200000	1500000	1480000
Transport Maritime et off Shore	2210000	1470000	500000	1060000

**Tableau n° 2 :** Effets à cours et à long terme d'une pollution par hydrocarbures sur les organismes et les peuplements. (Fattal, 2008).

Peuplement	Sensibilité	Effets à cours termes	Effets à long terme
Algue	faible	Engluement ou nécrose des tissus	Bonne restauration.
Flore des marais marins et estuaire	Variables suivant les espèces, l'état de développement des plantes et les périodes de l'année.	Engluement des parties Aériennes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restauration longue.</li> <li>• Erosion du marais.</li> <li>• Modification de la diversité spécifique.</li> </ul>
Mollusques intertidaux	Forte en général	Asphyxie ou contamination	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accumulation par les filtres.</li> <li>• Altération de la reproduction et de la croissance.</li> </ul>
Ecosystèmes benthiques Rocheux	Forte en général	Asphyxie ou contamination	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dépend de la durée de contact.</li> <li>• Dans la zone battue l'effet est faible.</li> </ul>
Poissons	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible pour les pélagiques.</li> <li>• Forte pour les benthiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asphyxie par engluement sur les branchies.</li> <li>• Plaies chez les poissons fouisseurs dans des sédiments faiblement pollués</li> </ul>	Désaffection de la zone Pollué.

**I. 3.3.2 Les métaux lourds :**

Ils correspondent à l'ensemble des métaux et métalloïdes hormis les alcalins et les alcalino-terreux. les métaux dans le milieu aqueux se trouvent à l'état ionique, complexé, sous forme colloïdale ou adsorbé sur le matériel particulaire organique ou inorganique.

**Tableau n° 3 :** toxicité des métaux lourds étudiés sur l'homme et les poissons.

	<b>Poissons</b>	<b>homme</b>	<b>Effets sur l'homme.</b>
<b>Cadmium</b>	0.01mg/l	0.15mg/l	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Effet aigus (trouble respiratoire).</li> <li>● Effet chronique qui ciblent les reins.</li> </ul>
<b>Cuivre</b>	0.02 et 3mg/l	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Effet chronique cible le foie le cerveau, la corné, la rate.</li> </ul>
<b>Manganèse</b>	40mg/l	-	Effet aigue (désorientation, perte de mémoire, anxiété) et des effets chroniques.
<b>Plomb</b>	1.4mg/l	3à4mol/l	Effets chronique et aigus tels que l'anoxie, la pâleur, la réduction du pouls.
<b>Zinc</b>	18mg/l	Une dose de100mg/l à 1g/j.	Des troubles physiologiques.
<b>Nickel</b>	-	-	Des effets aigus et chroniques (asthme, rhinite, sinusite, Perforation du septum nasal, Un grand risque de cancer).
<b>Références</b>	A.B.R.M.C ,1988	Seiler, 1994.	Seiler, 1994

**I. 3.3. 3 L'eutrophisation :**

En réalité, dans les conditions naturelles, les sels nutritifs ne sont pas des polluants, car ils n'ont aucun effet néfaste sur la vie aquatique (**Lacaze, 1996**). Les sels nutritifs peuvent constituer des pollutions, dès lors que les quantités introduites dans le milieu marin dépassent la capacité d'absorption de ce milieu (figure n°1). Ces substances en excès alimentent le milieu au point d'engendrer l'apparition d'algues vertes ou de micro-algues (phytoplancton), parfois toxique, conduisant localement à la mort de la plupart des organismes marins (eutrophisation).

La dégradation des matières organiques résultantes provoque une diminution des réserves en oxygène des plans d'eau (tableau n° 4), la libération de gaz corrosif et autres substances indésirables (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S), des substances organoleptiques et des toxines.

Les problèmes pratiques les plus courants causés par l'eutrophisation des lacs, réservoirs et retenues sont portés dans le tableau n° 4.

Les facteurs contrôlant le degré d'eutrophisation des plans d'eau :

- Les nutriments (N/P/Si).
- La géomorphologie et l'hydrodynamisme.
- La température et la lumière.
- Les espèces endogènes (zooplancton, macrophytes).
- Introduction d'espèces exogènes.

Le tableau n° 5 nous indique que la lutte contre l'hyper fertilisation des eaux nécessite des actions diverses et complémentaires telles que surveillance, actions internationales, recherches scientifiques et technique.

**I. 4 Importance et conséquences de la pollution :**

La pollution est importante parce qu'elle a des répercussions économiques et sociales, par exemple selon **Gaujous (1995)** :

- Le manque à gagner d'une exploitation piscicole ou d'un lieu de loisirs.
- La dépréciation d'un site par suite de la diminution de la qualité de la vie.
- Le coût de traitement de potabilisation ou de recherche d'une ressource lointaine.

Selon **Gaujous (1995)**, les conséquences de la pollution peuvent être classées en cinq catégories :

- Conséquences sanitaires qui ont trait à la santé d'une population humaine, sont donc celles à prendre en compte en priorité.
- Conséquences écologiques qui ont trait à la dégradation du milieu biologique.
- Conséquences esthétiques perturbant l'image d'un milieu (par exemple, des bouteilles en plastique ou du goudron rejetés sur une image).
- Conséquences industrielles : Le développement industriel peut donc être stoppé par la pollution (c'est une raison pour laquelle la préoccupation pollution est apparue d'abord dans les pays industrialisés).
- Conséquences agricoles : L'eau est dans certaines régions, largement utilisée pour l'arrosage ou l'irrigation, souvent sous forme brute. La texture du sol, sa flore bactérienne et les cultures et le bétail, sont sensibles à la qualité de l'eau.

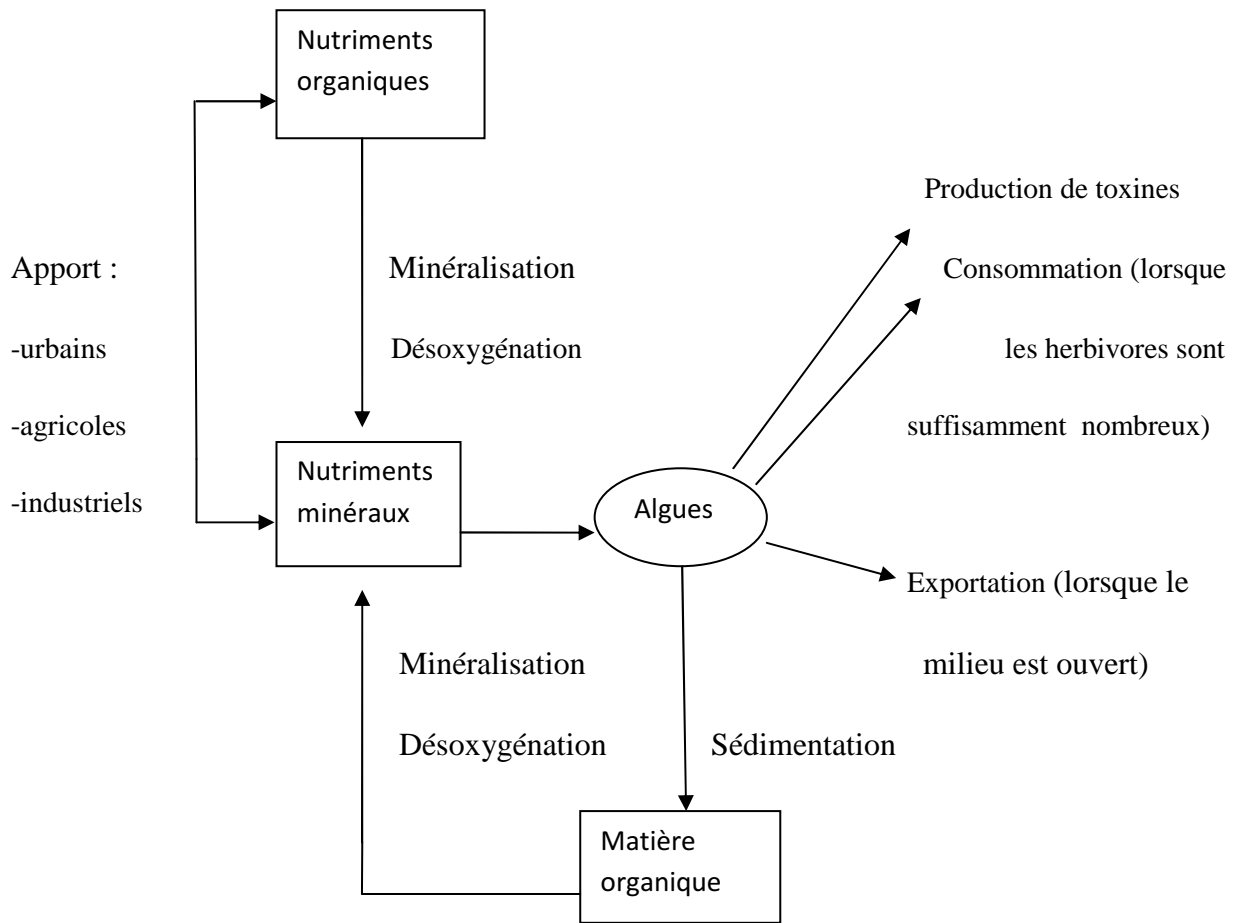


Figure n° 1 : Conséquences de l'eutrophisation (Lacaze, 1996)

Tableau n° 4 : Problèmes liées à l'eutrophisation des plans d'eau (Lacaze, 1996).

Problèmes	Prolifération des micro-Algues planctoniques.	Prolifération des macrophytes et algues littérales.
<b>1-altération de la qualité d'eau :</b> -Gout et odeur, couleur, filtration, floculation, sédimentation et autre difficultés de traitement. -Désoxygénation, formation de fer, manganèse, CO <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub> , CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S. -Corrosion de tuyaux et d'autre réalisation Humaines.	+++  ++  ++	+  +  +
<b>2-altération des usages réactifs de l'eau :</b> -Aspect inesthétique. -Danger pour les baigneurs. -Risques sanitaire.	++  -  +	++  ++  +
<b>3-altération des pêches :</b> -mortalité des poissons. -production d'espèces moins "noble"	+  ++	-  +
<b>4-altération de la capacité de résistance des matériaux et des installations :</b> -envasement, colmatage des tuyaux et des Filtres, réduction du débit.	+	+

+++ : Très fréquent ; ++ : fréquent ; + : quelque fois.

Il existe aussi des rapports de l'IFREMER(2001) plus récent sur les paramètres de l'eutrophisation et les conséquences.

**Tableau n° 5 : Moyen de lutte contre l'eutrophisation (Lacaze, 1996).**

<p><b>I.</b> Réduction des apports.</p>	<p>Apports ponctuels (urbains). Apports diffus (agricoles).</p>
<p><b>II.</b> Protection des zones humides.</p>	<p>Lacs de retenues. Lacs de gravières. Bras mort et autres annexes hydrauliques. Forets alluviales Zones humides ripariennes.</p>
<p><b>III.</b> Evaluation de la sensibilité des milieux récepteurs Aide scientifique.</p>	<p>Recherche des facteurs contrôlant l'eutrophisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eléments nutritifs limitant :(N/P/Si).</li> <li>• Géomorphologie et hydrodynamisme local.</li> <li>• Climatologie locale.</li> </ul> <p>Emploi de modèles mathématiques comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aide à la décision.</li> <li>• Accroissement des connaissances en matière d'écologie fondamentales</li> </ul> <p>Utilisation de mésocosmes.</p>
<p><b>IV.</b> Surveillance.</p>	<p>Eaux continentales/eaux marines.</p>
<p><b>V.</b> Actions internationales.</p>	

# Chapitre II

## Zone d'étude et méthodologie



**II Zone d'étude et méthodologie :**

**II. 1 Présentation de la zone :** La zone d'étude s'étend sur 80km de long, de l'oued Mazafran à l'ouest jusqu'au marais de Reghaia à l'est. Elle englobe la baie de Bou Ismail, d'el Djamila et celle d'Alger (Figure n° 2).

**II. 2 Réseau hydrographique :**

Les oueds constituent l'un des principaux vecteurs transportant les différents types de polluants du continent vers la mer. Ils influent sur les paramètres physiques et chimiques et sur la nature du fond marin due à l'apport de solides et de liquides assuré par ces oueds qui sont souvent utilisés comme des déversoirs naturels d'eaux usées domestiques, industrielle et agricole.

Le littoral Algérois se compose de plusieurs oueds dont on cite quatre d'entre eux qui sont : Oued Mazafran, Oued Beni Messous, Oued El Harrach et Oued El Hamiz répartis de l'ouest à l'est dans l'ordre.

Entre l'embouchure de l'Oued Reghaia et celle de l'Oued Mazafran, 45 points de rejets domestiques ont été localisés, déversant un volume d'eau usée de 600 000m<sup>3</sup> quotidiennement. Alors que la quantité générée par les déchets solides, selon les statistiques de l'agence de bassin AHS, s'élève à 16 000 t/j. La pollution agricole s'est caractérisée par l'utilisation excessive des engrais chimiques et des produits phytosanitaires. Le volume des eaux usées industrielles rejetées quotidiennement s'élève à 20 000 m<sup>3</sup>. (in Bournissa et Marouf, 2008)

- **Oued Mazafran :**

Localisé à 30km à l'ouest d'Alger, il prend sa source de la plaine de Mitidja et il débouche entre Zéralda et Douaouda avec un débit moyen de 11.5m<sup>3</sup>/s, (in Kaci et Nemmar, 2009).



**Figure n° 3:** Photo de l'Oued Mazafran

- **OUED EL HAMIZ:**

C'est le deuxième cours d'eau de la baie d'Alger après celui d'El Harrach. Couvrant une surface de 270km<sup>2</sup>, il se déverse à l'est de la baie avec un débit qui est régulé par le barrage d'El Hamiz réduisant ainsi considérablement ses apports solides vers la mer.



**Figure n° 4:** Photo de l'Oued El Hamiz

- **EL HARRACH :**

S'étend sur 67km de longueur, son débit 657m<sup>3</sup>/s et prend la source de l'Atlas Blidien (Hammam Mélouane), il est formé par la confluence de deux oueds principaux : l'oued Akacha et l'oued MEKKA, (in Kaci et Nemmar, 2009).



**Figure n° 5:** Photo de l'Oued El Harrach

- **Beni Messous** :

S'étend sur 18km à l'ouest d'Alger et situé entre Ras Arcata et Sidi Fredj, il traverse les communes de Chéraga, Beni Messous d'une longueur de 11.5km. Il débouche dans la baie d'el Djamilia avec un débit moyen de 0.245m<sup>3</sup>/s. (in Kaci et Nemmar, 2009).



**Figure n° 6** : Photo de l'Oued Beni Messous

**Tableau n° 6**: Quelques caractéristiques de ces oueds qui composent le réseau hydrographique. (In Moulouj et Belarbi, 2010).

<b>OUED</b>	<b>DBO<sub>5</sub></b>	<b>DCO</b>	<b>Azote Total</b>	<b>Phosphate</b>
<b>EL HAMIZ</b>	41196T/an	123465T/an	3193T/an	2342T/an
<b>EL HARRACH</b>	41292T/an	123465T/an	3193T/an	2342T/an
<b>BENI MESSOUS</b>	5439kg/j	8640kg/j	1571kg/j	/
<b>MAZAFRAN</b>	10880T/an 29808kg/j	47146T/an 129167kg/j	5440T/an	1813T/an

## **II. 3 Méthodologie :**

### **II. 3.1 Prélèvement de l'eau :**

Les prélèvements d'eau ont été faits manuellement, puis mis dans des flacons en polyéthylène rincés à l'eau distillée puis lavées avec de l'eau prélevée. Ils ont été effectués en deux (02) sorties dans 11 stations des oueds (Mazafran, Beni Messous, El Harrach, El Hamiz).

Sortie n°1 :05/04/2011. (Oued Mazafran).

Sortie n°2 :12/04/2001. (Beni Messous, El Harrach, El Hamiz).

### **II. 3.2 Mesure des paramètres physico-chimiques :**

Les paramètres physico-chimiques (pH, T°, salinité, et oxygène dissous) ont été mesurés in situ dans les différentes stations.

#### **II. 3.2.1 Mesure de l'oxygène dissous et de la température :**

L'oxygène dissous peut être mesuré au laboratoire par la méthode chimique de « WINKLER » (**Aminot et Chaussepied, 1983**). Pour nos analyses nous avons mesuré l'oxygène in situ à l'aide d'un Oxymètre (**voir annexe H**) muni d'une sonde électrolytique qu'on plonge dans l'eau à la profondeur désiré. Le pourcentage de saturation est donné en **mg/l** avec une précision de  $\pm 0.01$ . En plus de la mesure de l'oxygène dissous l'Oxymètre donne la mesure instantanée de la température in situ en °C avec une précision de  $\pm 0.1$ °C.

En raison d'une défaillance de l'appareil les valeurs affichées de l'oxygène sont instables et de ce fait les résultats n'ont pas été présentés.

#### **II. 3.2.2 Mesure de la salinité :**

Il existe 2 méthodes essentielles : la méthode volumétrique (méthode indirecte) et la méthode conductimétrique (méthode directe). Dans le cas de notre travail nous avons utilisé la deuxième méthode car elle est plus pratique et permet de mesurer la salinité in situ. L'appareil utilisé est un conductimètre (**voir annexe H**) avec une précision de  $\pm 0.1$  psu (**Aminot et Chaussepied, 1983**)

Pour calibrer le conductimètre (chose qui n'a pas été faite) il est nécessaire de préparer des étalons à salinité connue avec NaCl et eau distillée.

#### **II. 3.2.3 Mesure de pH :**

La méthode utilisée pour la mesure de potentiel d'hydrogène est la méthode électrochimique avec une électrode en verre avec une précision de  $\pm 0,01$  (**Voir annexe H**).

Dans l'eau de mer, dont la force ionique est d'environ 0,7 l'échelle de pH serait valide sous contrainte des mêmes conventions et sous réserve de correction et précautions opératoire appropriées. En effet, la différence de potentiel de jonction liquide entre les

étalons NBS à faible force ionique et l'eau de mer introduit une erreur systématique sur le pH.

C'est pourquoi il est important de préparer des solutions étalons (tampons) qui permettent d'ajuster l'échelle de  $pH_T$ , d'évaluer et corriger le facteur de pente des couples d'électrodes classiques.

Il n'existe cependant pas d'étalons commerciaux. Plusieurs auteurs ont décrit des tampons préparés avec les bases organiques suivantes: 2-amino-2-hydroxyméthylpropane-1,3-diol (TRIS), 2-amino-2-méthyl-propane-1,3-diol (BIS), tétrahydro-1,4-isoxazine (morpholine), 2-aminopyridine-1,3. Le plus usité est le tampon TRIS (Dikson, 1993) (in Aminot et Kerouel., 2004). **Méthode utilisée par Bouzetine et Zerrouki., 2011.**

- Pour ce travail nous n'avons pas préparé de tampon mais nous avons utilisé les tampons à faible force ionique  $pH=4$  et  $pH=7$ . Il ya pas donc une erreur sur le pH des échantillons en eau de mer qui est due au potentiel de jonction.

### **II.3.3 Travaux au laboratoire :**

Il s'agit de la mesure de la matière en suspension, de la matière organique, de la demande chimique en oxygène, ainsi que de l'analyse des sels nutritifs.

#### **II. 3.3.1 Mesure de la matière en suspension (MES):**

- **Principe de la méthode :** Le principe de la méthode consiste à filtrer l'eau prélevé à travers des filtres millipores afin de retenir toutes les particules ayant une taille supérieure ou égale  $0.45\mu m$ . La membrane filtrante est séchée, et pesée avant et après filtration. La différence de poids permet de connaître la masse sèche totale de matière en suspension dans le volume filtré correspondant (Aminot et Kerouel., 2004).

Le point méthodologique important, lors de l'analyse des MES en eaux salés, est le lavage des filtres pour éliminer le sel, source d'erreur par excès, le lavage à l'eau distillée est appropriée aux milieux pauvres en phytoplancton, par contre dans les milieux biologiquement riches ce lavage est à l'origine d'une perte de masse due à l'éclatement des cellules les plus fragiles sous l'effet du choc osmotique considèrent que ces pertes sont généralement négligeable, bien qu'elles puissent atteindre près de 40% de la matière organique.

Ce phénomène est évité si on rince les filtres avec une solution de formiate d'ammonium isotonique à l'eau de mer. Ce composé se sublime au séchage et ne laisse aucune trace sur le filtre. (Aminot et Chaussepied, 1983)

➤ **Mode opératoire : voir annexe A**

➤ **Mode de calcul :**

La concentration de la matière en suspension est donnée par la relation suivante :

$$\text{MES (mg/l)} = (P_2 - P_1) / V$$

**P<sub>1</sub>** : poids du filtre avant filtration(en mg).

**P<sub>2</sub>** : poids du filtre après filtration(en mg), et séchage à l'étuve à 68°C pendant 3h.

**V** : volume d'eau de mer filtrée(en l).

### **II. 3.3.2 Mesure de la matière organique (MO) :**

➤ **Principe de la méthode :** Selon Aminot et Kerouel (2004), la méthode décrite par Rodier (1984), consiste à brûler les filtres contenant les MES dans un four à moufle (voir annexe).

➤ **Mode opératoire : voir annexe B**

➤ **Mode de calcul :**  $\text{MO(\%)} = [(P_2 - P_3) / P_2] \times 100$

**P<sub>2</sub>** : Poids du filtre après filtration et séchage à l'étuve à 68°C pendant 3h. (En mg).

**P<sub>3</sub>** : Poids du filtre après passage au four à 450°C pendant 2h, (après calcination). (En mg).

### **II.3.3.3 Mesure de la demande chimique en oxygène (DCO) :**

➤ **Principe de la méthode :** Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par le dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (Aminot et Kerouel, 2004).

➤ **Mode opératoire : voir annexe B**

- **Mode de calcul :** La DCO est exprimée en milligramme d'oxygène par litre d'échantillon.

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

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

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

**T :** Titre de la solution de sulfate de fer d'ammonium.

**V :** Volume de la prise d'essai (ml).

### **II. 3.3.4 Dosage des sels nutritifs :**

- **Principe général :**

Le principe général des analyses chimiques des sels nutritifs est basé sur des réactions de coloration. En effet, pendant le dosage, les sels vont se mélanger avec des réactifs spécifiques et vont donner une certaine coloration tout en absorbant l'énergie lumineuse à une longueur d'onde donnée. La coloration du mélange est d'autant plus intense que sa concentration en sel.

Les sels nutritifs ont été mesurés au laboratoire à l'aide d'un spectrophotomètre UV/VIS (SHIMADZU) type MINI 1240 (**voir annexe H**). On a effectué une série de standard pour l'étalonnage de chaque sel nutritif (**Figure n° 7**) afin de calculer des concentrations en se basant sur l'équation de la courbe d'étalonnage de l'ordre I :  $Y = a X$ .

#### **II. 3.3.4.1 Dosage des phosphates (PO<sup>3-</sup><sub>4</sub>) :**

- **Principe de la méthode : La méthode de Murphy et Riley(1962)**

Cette méthode reste aujourd'hui une des plus rapides et des plus simples pour le dosage des ions ortho-phosphate en eau de mer. Les ions phosphates réagissent avec le molybdate d'ammonium, en présence d'antimoine 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 (**Aminot et Chaussepied, 1983**).

- **Mode opératoire et réactifs : voir annexe D**

**II. 3.3.4.2 Dosage de l'ammonium :****➤ Principe de la méthode : Méthode de Koroleff (1969)**

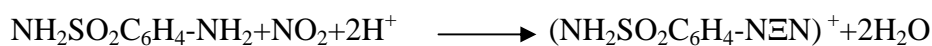
Dans un milieu alcalin, l'ammonium forme une monochloramine avec l'hypochlorite. Cette dernière réagit avec le phénol en présence d'un excès d'hypochlorite pour former le bleu d'indophénol absorbant à 630nm. La réaction est accélérée par le nitroprussiate.

**➤ Mode opératoire et réactifs : voir annexe E****II. 3.3.4.3 Dosage de l'azote nitreux (nitrite) :**

La méthode décrite, fondée sur la réaction de **Griess** et appliquée à l'eau de mer par **Bendschneider et Robinson (1952)**, est une des plus sensibles et des plus spécifiques pour l'analyse des eaux naturelles.

**➤ Principe de la méthode :**

Les ions de nitrites forment un diazoïque avec la sulfanilamide en milieu acide (pH=2) selon la réaction :



Puis le diazoïque réagit avec le N-naphtyl-éthylènediamine pour former le colorant rose absorbant à la longueur d'onde de 543 nm.

**➤ Mode opératoire et réactifs : voir annexe F****II. 3.3.4.4 Dosage de l'azote nitrique (nitrate) :**

L'analyse des nitrates se fait par leur réduction quantitative (➤ 95%) en nitrite. La réduction est effectuée par passage de l'échantillon sur une colonne de cadmium traité au cuivre. On mesure en réalité la somme des concentrations des ions  $\text{NO}_2^-$  et  $\text{NO}_3^-$ . Par réduction de la concentration en nitrite, déterminée sans réduction, on obtient la concentration en nitrate.

**➤ Mode de calcul :**  $[\text{NO}_3^-]_{\mu\text{mol/l}} = \text{C} * 1/\text{R} - [\text{NO}_2^-] * \text{r/R}$ 

C: Concentration totale en nitrite après passage de l'échantillon sur colonne.

R : Rendement de réduction des ions nitrates en nitrites. Pour calculer R on utilise une solution de 20 $\mu$ mol/l (étalon nitrate).

Après passage de la solution étalon sur la colonne réductrice on mesure l'absorbance de la solution récupérée qui contient des nitrites à l'aide d'un spectrophotomètre.

La concentration [C] est calculée après avoir tracé la courbe d'étalonnage. [C] = 3,5 $\mu$ mol/l

$$R = [C]/20 = 0.17 \text{ (17\%)}$$

Donc le rendement est faible à cause de la taille des billes de cadmium qui sont trop grosse, donc l'ensemble des nitrates ne sont pas réduits.

### **II. 3.3.4.5 Détermination des blancs :**

➤ **Blanc des cuves :** Se mesure en mettant de l'eau distillée dans la cuve, on utilise toujours la même cuve. C'est ce blanc qui permet de faire le 0.

➤ **Blanc de turbidité :** Doit être contrôlé pour chaque échantillon. C'est la mesure obtenue en plaçant dans la cuve d'échantillon d'eau prélevée à analyser sans les réactifs.

Cette mesure est d'autant plus importante que le trajet optique est plus long et qu'il y a plus de matière en suspension. Dans notre travail les valeurs de turbidité sont importantes (tableau n°7).

➤ **Blanc de réactifs :** Eau distillée qui a servi à préparer les étalons+ les réactifs.

Finalement l'absorbance vraie des étalons est calculée comme suit :

$$A_{\text{vraie (étalons)}} = A_{\text{mesurée (étalons)}} - A_{\text{blanc de réactifs}}$$

$A_{\text{vraie (étalons)}}$  : Absorbance vraie des étalons.

$A_{\text{mesurée (étalons)}}$  : Absorbance mesurée des étalons.

$A_{\text{blanc de réactifs}}$  : Absorbance de blanc de réactifs.

Le calcul de l'absorbance corrigée des échantillons est donné par la formule suivante :

$$A_{\text{corrigé des échantillons}} = A_{\text{mesurée des échantillons}} - A_{\text{blanc de turbidité}}$$

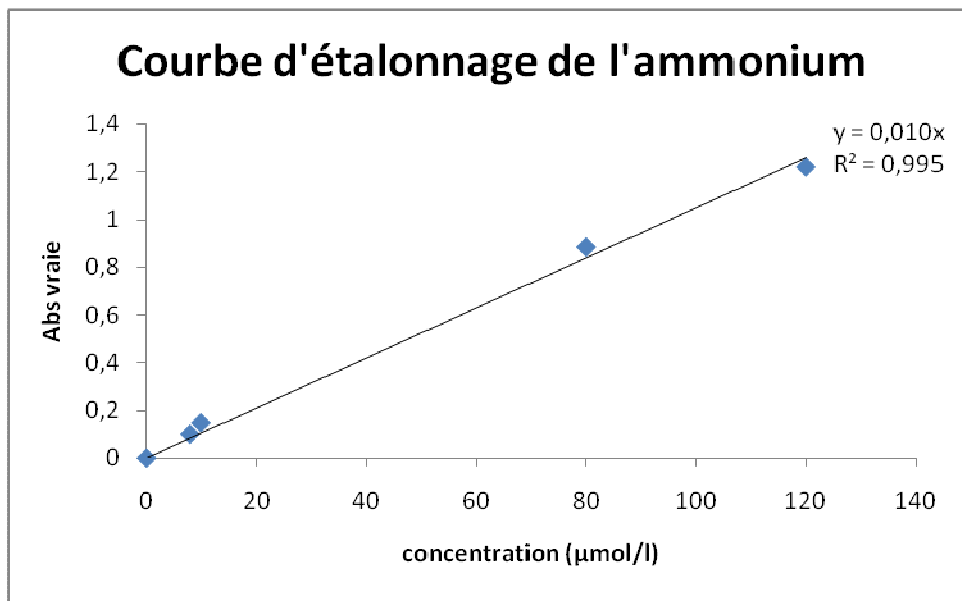
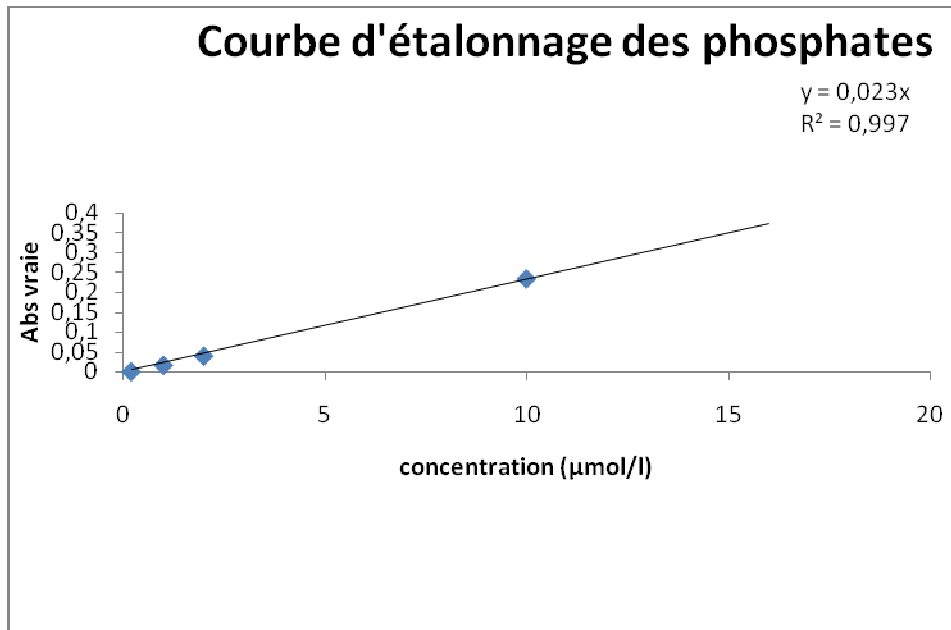
**A** : Absorbance

**Remarque :**

- 1) Filtrer à 0.45µm les échantillons pour les sels nutritifs est indispensable pour éviter de fortes absorbance du blanc de turbidité.
- 2) Il est conseillé de diluer les échantillons avec l'eau distillée si leurs concentrations sont élevées.
- 3) Pour chaque sel nutritif on a utilisé la droite de régression sur la gamme étalon correspondante.
- 4) Il est nécessaire d'évaluer l'erreur associée à nos mesures :
  - Tester la reproductibilité de la mesure sur un échantillon (faire plusieurs mesures sur un même échantillon).
  - Tester la reproductibilité de la gamme étalon, c'est-à-dire préparer des gammes identiques et calculer  $\Delta a$  qui nous permet de calculer un  $\Delta$  [sel] sur la solution.
  - Il faut signaler aussi que dans notre étude on n'a pas testé la reproductibilité de la méthode de mesures.

**Tableau n° 7 : Valeurs de blanc de turbidité**

<b>Zone de prélèvement</b>	<b>stations</b>	<b>Phosphate (885nm)</b>	<b>Ammonium (630nm)</b>	<b>Nitrites+Nitrates (543nm)</b>
<b>Beni Messous</b>	Oued (BMO)	0.051	0.093	0.103
	Contact (BMC)	0.03	0.033	0.043
	Mer (BMM)	0.001	0	0
<b>Mazafran</b>	Oued (MAZO)	0.014	0.011	0.022
	Contact (MAZC)	0.025	0.030	0.043
	Mer (MAZM)	0.020	0.010	0.017
<b>El Hamiz</b>	Oued (HMZO)	0.061	0.074	0.089
	Contact (HMZC)	0.05	0.070	0.088
	Mer (HMZM)	0	0	0.085
<b>El Harrach</b>	Oued (ELHRO)	0.026	0.03	0.045
	Contact(ELHRC)	0.076	0.092	0.119



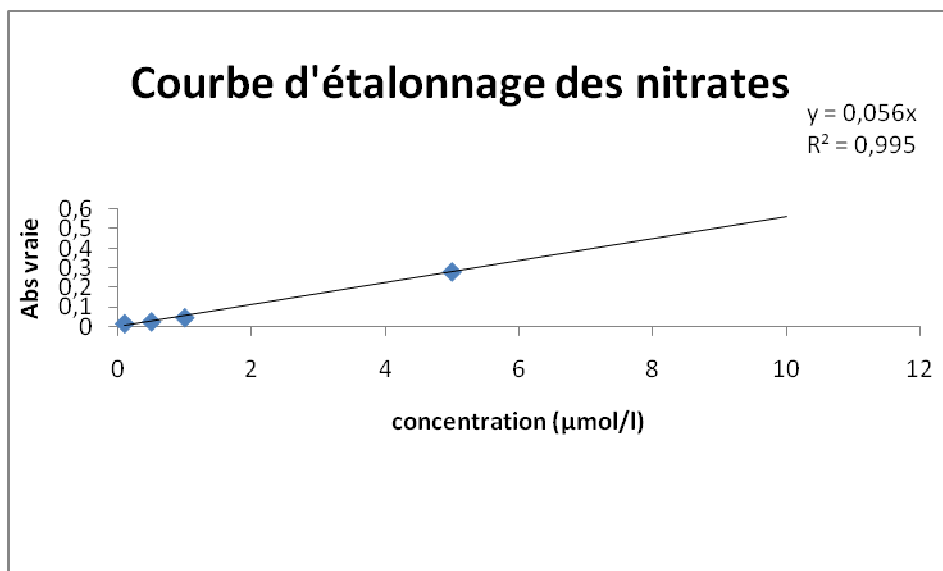
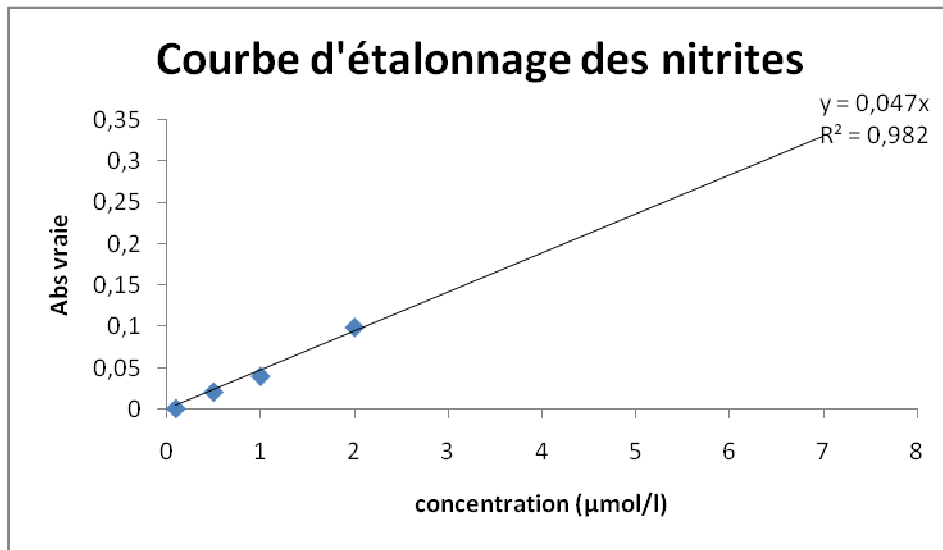


Figure n° 7 : Courbes d'étalonnage des sels nutritifs

# Chapitre III

## Résultats et discussion

**III Résultats et discussion :**

**III.1 Paramètres physico-chimiques :**

Les valeurs de la température relevées au niveau de différentes stations varient entre 17°C et 21.4°C (**Tableau n° 8**). Au niveau des oueds, elles sont supérieures à celles des eaux de mer et celles des eaux de contact (oued-mer) reflétant l'influence des conditions météorologique sur les eaux superficielles.

En raison de difficultés de prélèvement (mer agitée) et défaillance de l'appareil de mesure, les valeurs de l'oxygène sont instables.

Les valeurs de salinité permettent d'identifier les eaux usées des oueds de celles des eaux de mer et le mélange qu'elles subissent au niveau de leur contact. Ainsi les valeurs du pH mesurées dépassent 7 dans toutes les stations et celles des eaux de mer sont normalement alcalines (8.13-8.8) et de forte salinité (35.6 - 36.5psu). Alors que les valeurs les plus basses sont celles relevées particulièrement dans les eaux usées des oueds aux salinités les plus faibles (**Tableau n° 8**).

**Tableau n° 8 : Valeurs des paramètres physico-chimiques**

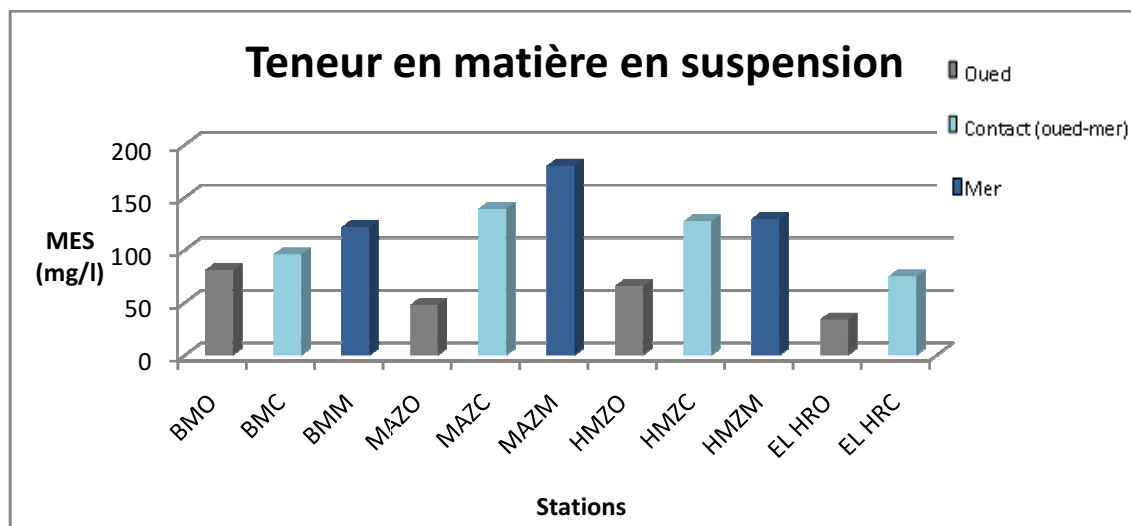
<b>Zone de prélèvement</b>	<b>stations</b>	<b>pH</b>	<b>(T°C)</b>	<b>Salinité (psu)</b>	<b>Etat de la mer</b>
<b>Beni messous</b>	Oued (BMO)	7.79	21.4	0.6	Mer agitée
	Contact (BMC)	8.1	18.6	30	
	Mer (BMM)	8.17	18	36.5	
<b>Mazafran</b>	Oued (MAZO)	7.7	20.6	0.5	Mer agitée
	Contact (MAZC)	7.86	19.9	15.8	Vent de Nord-est
	Mer (MAZM)	8.13	18.8	36.3	
<b>EL Hamiz</b>	Oued (HMZO)	7.12	20	0.8	Mer agitée
	Contact (HMZC)	7.34	18.3	24	
	Mer (HMZM)	8.8	17	35.6	
<b>EL Harrach</b>	Oued (ELHRO)	7.25	21.4	1.1	Mer agitée
	Contact(ELHRC)	7.44	20.4	8.7	Vent de Nord-est

### III. 2 MES, demande chimique en oxygène et matière organique :

Les teneurs des MES varient entre 33.7mg/l et 180mg/l (**Tab. n° 9, Fig. n° 8**). Les valeurs basses sont observées au niveau des oueds. Alors les valeurs élevées sont localisées au niveau des eaux de mer. Ainsi un gradient croissant s'établit de l'oued vers la mer en relation avec la remobilisation des particules sous l'effet de l'agitation des eaux de mer et celles du mélange (mer-oued).

Le taux de la matière organique MO varie considérablement entre 12.52% et 91.18% (**Tab. n° 9, fig. n° 9**). On observe un gradient décroissant en allant vers la mer contrairement à celui des MES indiquant que les eaux des oueds sont les plus chargées en particules organiques que celles des eaux de mer

Les valeurs de la DCO au niveau des oueds varient entre 120mg/l et 252mg/l (**Tab. n° 9, Fig. n° 10**) et la teneur la plus élevée est localisée au niveau de l'oued El Hamiz confirmant sa richesse en matière organique. Les valeurs de DCO dans les eaux de contact sont données à titre indicatif et ne reflètent pas la vraie charge en matière organique, mais indiquent l'intensité du mélange (salinité) et les fluctuations observées en DCO.



**Figure n° 8 :** Variation de la Teneur en MES dans les différentes stations.

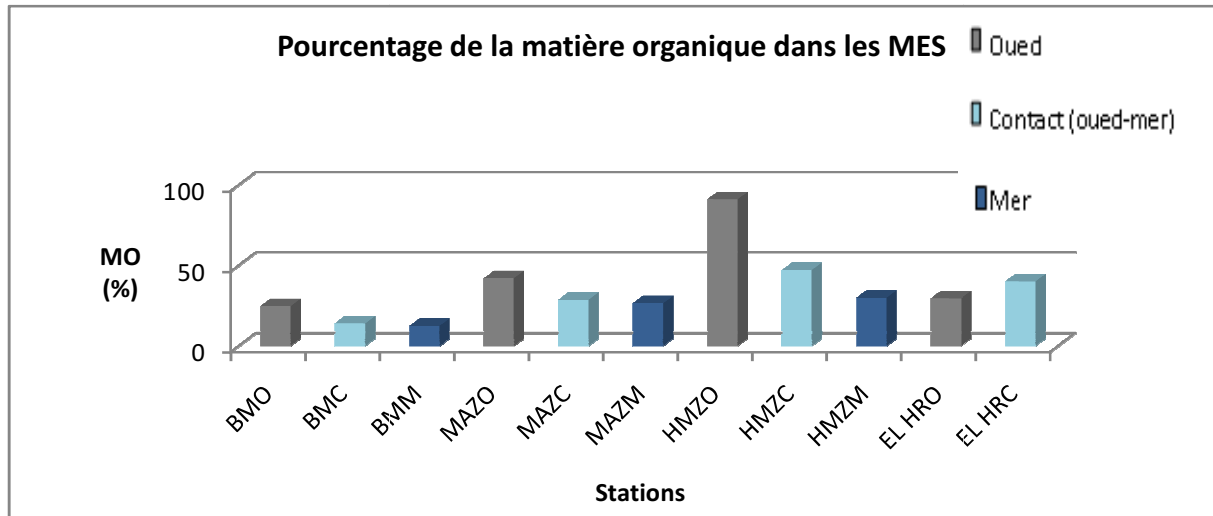


Figure n° 9 : Variation du taux de la M.O dans les MES dans les différentes stations.

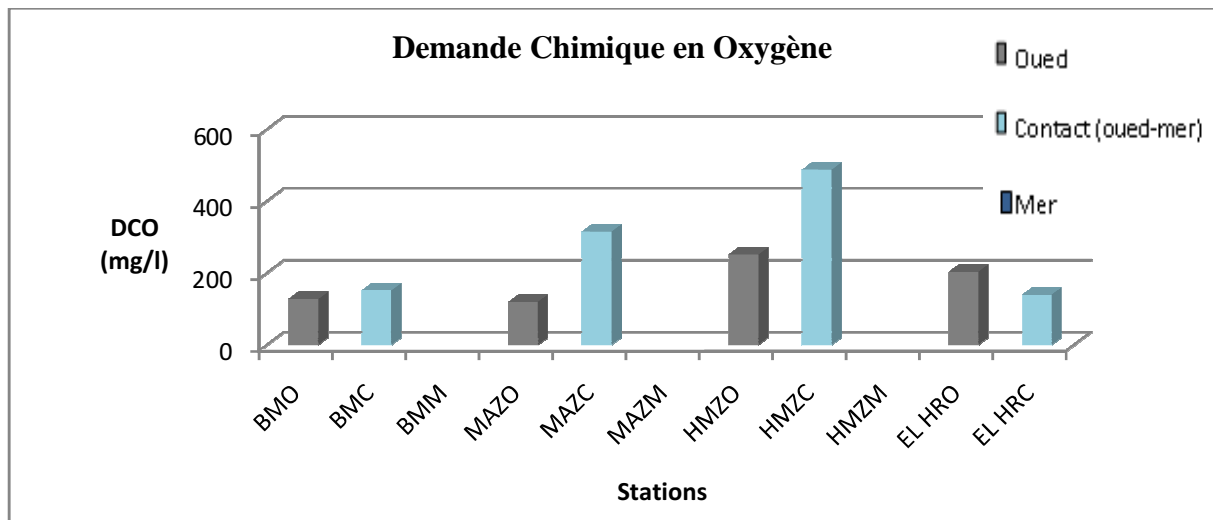


Figure n° 10: Variation de la DCO dans les différentes stations.

**Tableau n° 9 :** Teneurs en phosphate, ammonium, nitrites, nitrates, matière en suspension (MES), matière organique (MO) et demande chimique en oxygène (DCO : \* analyse non adaptée à l'eau de mer).

Il n'y a pas de données sur El Harrach (mer) car on a rencontré des difficultés lors de prélèvement.

Zone de prélèvement	Station	MES (mg/l)	MO (%)	DCO (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (µmol/l)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (µmol/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (µmol/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (µmol/l)
<b>Beni Messous</b>	Oued	80.6	24.81	128	60	720	474.34	13.83
	Contact	95.6	14.16	152	20	676	459.3	14.83
	Mer	121.7	12.52	*	15	10	3.98	0.43
<b>Mazafran</b>	Oued	47.5	42.10	120	70	750	0.2	0.86
	Contact	139	28.77	316	26.5	475	3.21	0.5
	Mer	180	26.63	*	25	5	1.2	0.12
<b>El Hamiz</b>	Oued	65.8	91.18	252	120	860	7.53	1.6
	Contact	127	47.24	488	80	770	0.14	0.34
	Mer	129.5	29.96	*	10	60	5.51	0.35
<b>El Harrach</b>	Oued	33.7	40.21	204	64	930	2.65	1.08
	Contact	74.6	29.67	140	60	650	15.62	0.54

\* : analyse non adaptée à l'eau de mer.

### III. 3 Les sels nutritifs :

#### III. 3.1 Les phosphates :

Les concentrations en phosphates varient entre 10µmol/l et 120µmol/l (**tab. n° 9 ; Fig. n° 11**). Au niveau des stations « mer », les teneurs en phosphate sont faibles par rapport à celles observées dans les oueds mais relativement élevées à celles trouvées habituellement près des embouchures (Rouibah et al., 2005 ; Bachouche et Abbou, 2004).

Les teneurs en phosphates dans les oueds dépassent celles des eaux mélange du fait de la dilution. Cette gradient a été indiqué également dans les études antérieures dont les concentrations sont identiques (Kaci et Nemmar, 2009 ; Mouloudj et Belarbi, 2010) mais inférieures à celles obtenues dans la présente étude (Belaidi et Aissaoui, 2005 ; Benarab et Ait Hatrit, 2006 ; Fahem et Azzi, 2007 ; Bournissa et Marouf, 2008).

Comme dans les études antérieures (Kaci et Nemmar, 2009 ; Mouloudj et Belarbi, 2010), la teneur maximale est observée au niveau de l'oued El Hamiz plus chargée en particules organiques, en relation avec l'oxydation de celles-ci et la nature argileuse constituant un site favorable à l'adsorption des phosphates et de la matière organique.

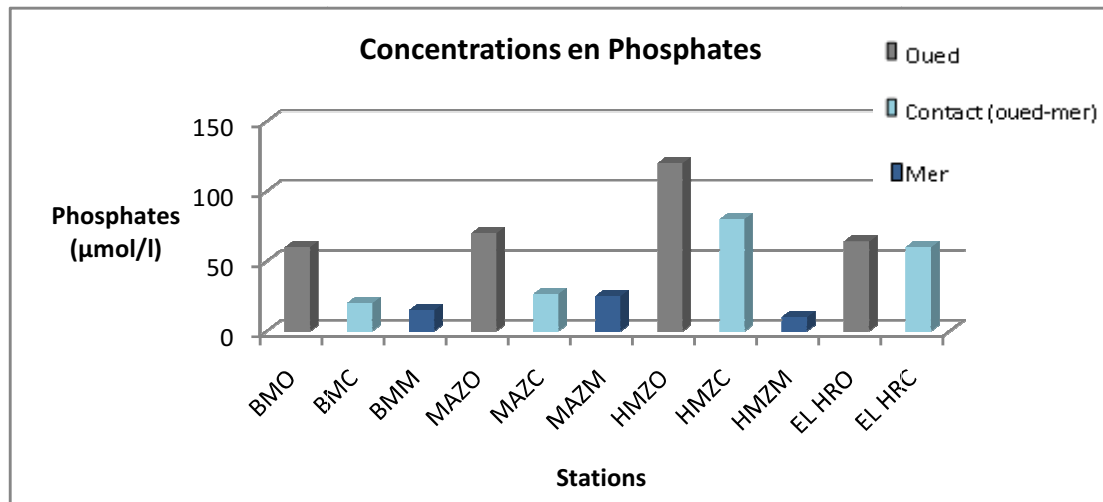


Figure n° 11 : Variation de la concentration en phosphate dans les différentes stations.

### III. 3.2 L'ammonium :

Les concentrations en ammonium sont élevées dus aux apports important d'eaux usées et elles varient considérablement entre 5µmol/l et 930µmol/l (tab. n° 9 ; Fig. n° 12).

Ces fortes concentrations sont observées au niveau des oueds et sont liées à l'oxydation de la matière organique dans les eaux usées des rejets urbains (EL Hamiz et EL Harrach), qui constituent une source importante d'ammonium.

Comme pour les phosphates, dans les eaux de mer, les concentrations en ammonium diminuent considérablement particulièrement au niveau de Mazafran (eau de mer) où la valeur minimale (~5 µmol/l) est observée.

Les teneurs observées se rapprochent de celles indiquées dans les études récentes (Bournissa et Marouf, 2008, Kaci et Nemmar, 2009 ; Mouloudj et Belarbi, 2010), mais dépassent largement celles obtenues antérieurement (Benarab et Ait Hatrit, 2006 ; Fahem et Azzi, 2007).

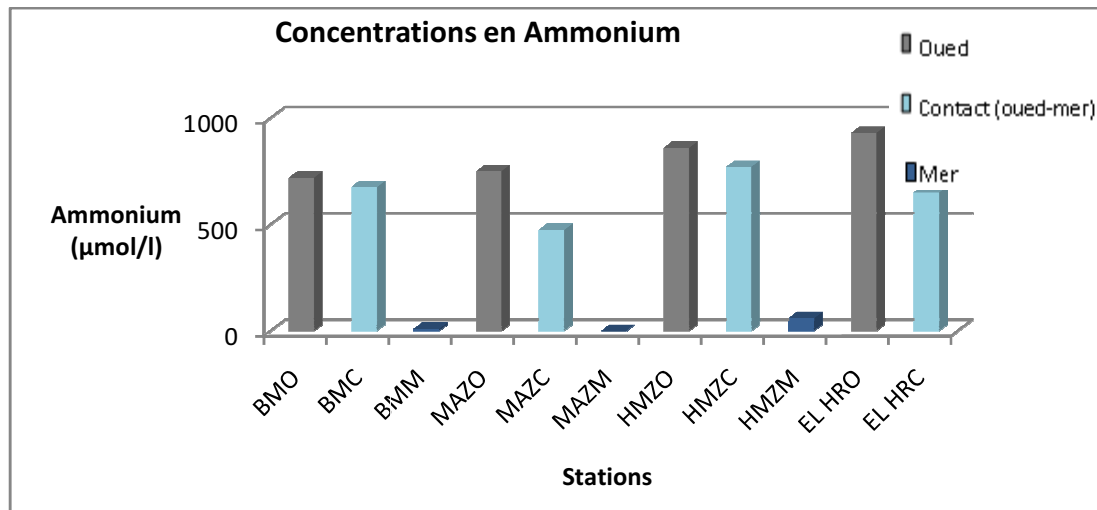


Figure n° 12 : Variation de la concentration en ammonium dans les différentes stations.

### III. 3.3 Les nitrites et les nitrates :

Les concentrations sont très faibles en nitrates et particulièrement en nitrites dans toutes les stations à l'exception de l'oued Beni Messous où les concentrations sont très élevées au niveau de l'oued et le contact atteignant les valeurs maximales respectivement environ 475 µmol/l (Tab. n° 9, Fig. n° 13 et 14).

Les fortes concentrations observées à Beni Messous dépassent celles observées antérieurement, (Kaci et Nemmar, 2009,  $[\text{NO}_3^-]_{\text{OUED}} = 306.66 \mu\text{mol/l}$ ,

$[\text{NO}_3^-]_{\text{CONTACT}} = 234.78 \mu\text{mol/l}$ ;  $[\text{NO}_2^-]_{\text{OUED}} = 10.66 \mu\text{mol/l}$ ,  $[\text{NO}_2^-]_{\text{CONTACT}} = 11.83 \mu\text{mol/l}$ )

(Mouloudj et Belarbi, 2010,  $[\text{NO}_3^-]_{\text{OUED}} = 350.02 \mu\text{mol/l}$ ,  $[\text{NO}_3^-]_{\text{CONTACT}} = 306.66 \mu\text{mol/l}$ ,

$[\text{NO}_2^-]_{\text{OUED}} = 8.90 \mu\text{mol/l}$ ,  $[\text{NO}_2^-]_{\text{CONTACT}} = 9.23 \mu\text{mol/l}$ ).et qui sont liées vraisemblablement au passage des eaux au niveau de la station d'épuration entraînant une forte oxydation de l'ammonium, en nitrite puis en nitrate (nitrification).

#### NB :

Le prélèvement au niveau de Beni Messous est fait dans les eaux sortant de la station d'épuration.

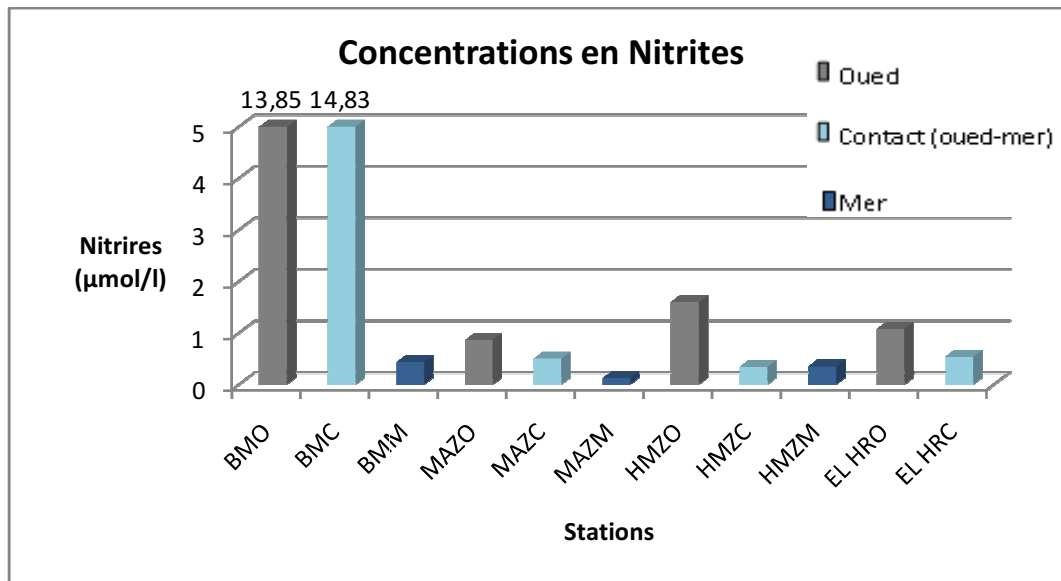


Figure n° 13 : Variation de la concentration en nitrite dans les différentes stations

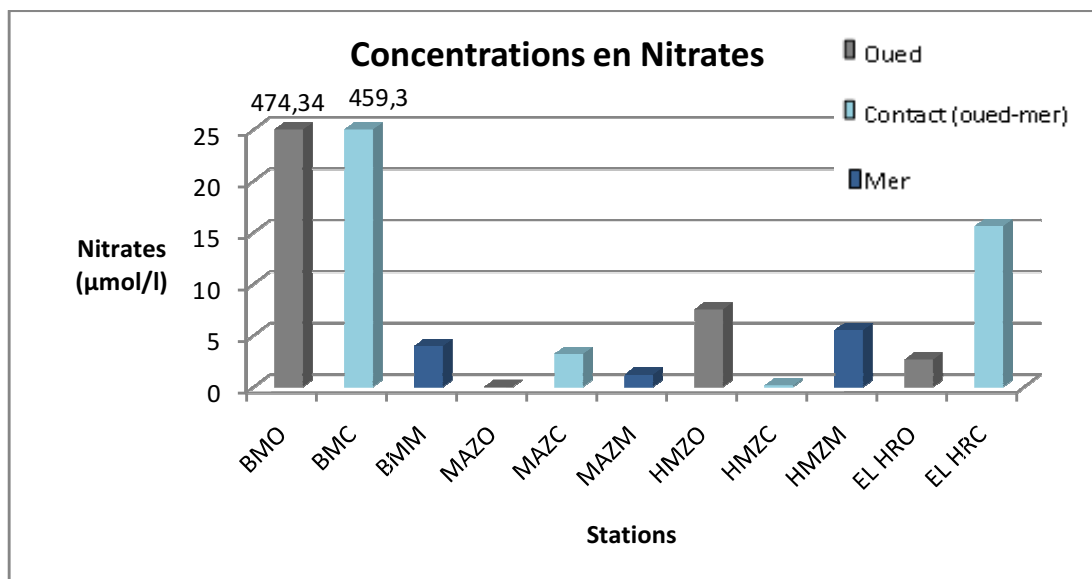


Figure n° 14: Variation de la concentration en nitrate dans les différentes stations.

**Remarque :** nos résultats des nitrates ( $[NO_3^-]_{OUED}=29.40 \text{ mg/l}$ ,  $[NO_3^-]_{CONTACT}=28.47\text{mg/l}$ ) et des nitrites ( $[NO_2^-]_{OUED}=0.63\text{mg/l}$ ,  $[NO_2^-]_{CONTACT}=0.68\text{mg/l}$ ) sont faibles par rapport aux normes des rejets (40mg/l).(J.O,1993) in Ferhat, Ourahmoune et chami, 2006, ceci est due au traitement au niveau de la station.

## Conclusion

Le travail présenté dans ce rapport consiste à maîtriser les techniques d'analyse classiques permettant d'évaluer la pollution au niveau des principaux rejets du littoral algérois. Différents paramètres ont été étudiés, à savoir les matières en suspension, la matière organique particulaire, la demande chimique en oxygène et les sels nutritifs.

L'étude de la température, salinité et le pH a permis de distinguer les différentes caractéristiques physico-chimiques de chaque station étudiée (oued, interface oued-mer et mer).

Les teneurs les plus importantes en matière organique et DCO sont observées au niveau de l'oued El Hamiz et l'établissement d'un gradient décroissant de la matière organique en allant de l'oued vers la mer contrairement à celui des MES soulignant l'importance de la charge en matière organique apportée par les cours d'eaux.

Concernant le substrat chimique (sels nutritifs), un apport considérable est observé, en sels azotés particulièrement l'ammonium et en phosphate dont les concentrations dépassent largement celles des nitrates à l'exception de l'oued Beni Messous. Ceci indique l'intense dégradation de quantité importante de matière organique exprimée par une forte demande en oxygène des eaux usées rejetées dans les oueds.

Seules les eaux de l'oued Béni Messous enregistrent un enrichissement excessif en nitrite et en nitrate probablement lié à une forte oxydation de l'ammonium issu de la dégradation de matière organique des eaux domestiques suite à leur passage au niveau de la station d'épuration et des terres agricoles. Ceci a été signalé et mis en exergue dans les études antérieures et doit être pris en considération lors des traitements des eaux usées.

### Recommandation :

- Pour la salinité, quand il n'y a pas de standards préparer des étalons à différentes concentrations en NaCl pour pouvoir tracer une gamme étalon et corriger les mesures.
- Pour le pH, il est important de préparer des tampons à salinité de l'eau de mer.

- Filtrer à 0.45 $\mu$ m les échantillons pour les sels nutritifs est indispensable pour éviter de fortes absorbance du blanc de turbidité.
- Il faut diluer les échantillons quand la concentration est élevée et est en dehors de la gamme.
- Tester la reproductibilité sur l'échantillonnage sur la mesure et sur la gamme étalon.

# *Références bibliographiques*

## *Références bibliographiques*

- A, B, R, M, C., 1988.** Qualités des fleuves. Synthèse des connaissances. Agence du bassin de Rhone. Méditerranée corse. Ministère de l'environnement, 251P.
- Aminot A et Chaussepied M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Edit Cnexo, Brest, 395P.
- Aminot A et Kerouel R., 2004.** Hydrologie des écosystèmes marins, paramètres et analyses. Paris. Edition Ifremer, 336P.
- Azzi A et Fahem Z, 2007.** Evaluation de la pollution par les sels nutritifs dans les principaux rejets du littoral algérois, Alger. ISMAL. Mém. DEUA en sciences de la mer 36P.
- Bachouche S. et Abbou M., 2004.** Mesure des paramètres physico-chimiques et analyse des sels nutritifs au niveau du littoral algérois. Alger. ISMAL. Mém. DEUA en science de la mer.
- Baudin F., Tribouvillard N et Trichet J., 2007.** Géologie de la matière organique. Paris. Edition Vuibert, 263P.
- Belaidi T et Aissaoui A., 2005.** Analyse des paramètres physico-chimiques et les sels nutritifs au niveau des embouchures des oueds du littoral algérois. Alger. ISMAL. Mém. DEUA science de la mer.
- Bellan G et Perres J, M, 1994.** La pollution des mers, que sais-je? 3<sup>ème</sup> Edition, presse universitaire de France Vendome.PP ,126.
- Benarab A. et Ait Hatrit D., 2006.** Evaluation de la pollution chimique dans les principaux rejets du littoral algérois. Alger. ISMAL. Mém DEUA en sciences de la mer, 30P.
- Benschneider K et Robinson R.J, 1952.** A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. J. M. Mar. Res. 11, 87-96. In manuel des analyses chimiques en milieu marin. Edition Cnexo, Brest, 395P.
- Bozetine A. et Zerrouki M., 2011.** Contribution à l'étude des paramètres du systématique des carbonates et au suivi de l'état d'eutrophisation de la Baie d'Alger. Alger. ENSSMAL. Mém Ing.
- Bournissa M et Marouf M., 2008.** Qualité des eaux des principaux rejets au niveau du littoral algérois. Alger. ISMAL. Mém. DEUA en sciences de la mer. 50P.

- Dikson A.G., 1993b.** pH buffer for sea water media based on the total hydrogen on concentration scale. Deep. Sea Res, I-40.336P
- Fattal P, 2008.** Pollution des cotes par les hydrocarbures. Edition presse universitaire de RENNES, 395P.
- Ferhat A., Ourahmoune M et Chami T., 2006.** Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées traitées par lagunage naturel : cas de la lagune de Beni Messous. Alger. ISMAL. Mém. ing.65P
- Gaujous D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques. Aide mémoire. Paris. Edition Lavoisier TEC & DOC, 220P
- Journal officiel de la république Algérienne., Juillet (1993). N°46**
- Kaci L et Nemmar M., 2009.** Evaluation de la pollution des principaux rejets au niveau du littoral Algérois. Alger. ENSSMAL. Mém. DEUA en science de la mer, 37P
- Koller E., 2004.** Traitement des pollutions industrielles (eau. Air. Déchets. Sols. Boues). Edition: Dunod, Paris, 424P
- Koroleff F., 1969.** Direct determination of ammoniac in natural water as indophenols blue. In Hydrologie des écosystèmes Marins, paramètres et analyses. Paris. Edition Ifremer, 336P
- Lacaze J. C., 1996.** Eutrophisation des eaux marines et continentales. Paris. Edition ellipses, 191P.
- Menesguen, Alain, Aminot, Belin, Catherine,(et al) .2001-02.** L'eutrophisation des eaux marines et saumâtre en Europe.
- Mouloudj M et Belarbi M., 2010.** Qualité des eaux au niveau des principaux oueds du littoral Algérois. Alger. ENSSMAL. Mém. DEUA en science de la mer, 40P
- Murphy J., Riley JP. 1962.** A modified signal solution method for the determination of phosphate in natural water. Anal. Chim. In Hydrologie des ecosystems Marins, parameters et analyses. Paris. Edition Ifremer, 336P
- Rodier J.P., 1984.** Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux de mer. DUNOD.3<sup>ème</sup> édition, Dunod, 259P
- Rouibah M., Boulahdid M., Boudjellal B., Eddalia N. et Ounadi F., 2005.** Etude de la pollution du littoral algérois et du lac de Reghaia. Contrat ISMAL-APPL, 72P.
- SEILER. H. G, Sigel A, Sigel H., 1994.** Hand book on metals in clinical and analytical chemistry. Edit. Marcel Dekker. INC university of Basel. New York, 751P
- Wood ED., Armstrong FAJ and Richards F A., 1967.** Determination of nitrite in sea water by cadmium copper reduction of nitrite. J. Mar. Biol. Assoc. U. K.

**Site web consulter:** <http://archimer.ifremer.fr>

# Annexe

# ANNEXE

## ANNEXE A :

### 1<sup>ère</sup> étape : conditionnement et préparation des filtres :

On a utilisé les filtres (wattman type GF/F).

- Mettre les filtres dans des boites à filtres numérotées de façon indélébile.
- Peser chaque filtre à l'aide d'une balance
- Replacer chaque filtre dans leurs boites avec le couvercle.

### 2<sup>ème</sup> étape : filtration de l'eau :

- Placer les filtres dans le dispositif de filtration.
- Agiter le flacon pour homogénéiser l'échantillon puis verser l'eau sur le dispositif contenant les filtres.
- Remettre les filtres dans leurs boites.

### 3<sup>ème</sup> étape : séchage et pesée des filtres :

- Mettre les boites sans le couvercle dans l'étuve à 68°C pendant 3h.
- Peser les filtres un par un.
- Remettre chaque filtre dans sa boite afin d'éviter la poussière.

## ANNEXE B:

- Numéroté les creusets de façon indélébile.
- Peser les creusets vides à l'aide de la balance.
- Mettre les filtres contenant les MES dans les creusets.
- Mettre les creusets dans un four à moufle à une température de 450°C pendant 2h.
- Laisser les creusets se refroidir et peser les filtres.

## ANNEXE C :

### **1. Les réactifs utilisés pour la détermination de la demande chimique en oxygène.**

- Eau distillée fraîchement préparée.
- Sulfate de mercure cristallisé.

### Solution de sulfate d'argent :

- Sulfate d'argent cristallisé : 6.6g
- Acide sulfurique (d=1.84) :1000ml

### Solution de sulfate de fer et d'ammonium :

- Sulfate de fer d'ammonium : 98g
- Acide sulfurique (d=1.98) :20ml
- Eau distillée : 1000ml

### Solution de dichromate de potassium :0.25N

- Dichromate de potassium (séché à 110°C) :12.2588g
- Eau distillée : 1000ml

### Solution de ferroïne :

- 1.10-phénanthroline : 1.485g
- Sulfate de fer : 0.695g
- Eau distillée : 1000 ml

## **2. Mode opératoire :**

- Introduire 50ml d'eau à analyser dans un ballon de 500ml
- Ajouter 1g de sulfate de mercure cristallisé et 5ml de solution sulfurique de sulfate d'argent.
- Chauffer jusqu'à parfaite solution.
- Ajouter 25ml de dichromate de potassium 0.25N, puis 70ml de solution sulfurique de sulfate d'argent. Porter à ébullition pendant 2 heures sous réfrigérant à reflux adapté au ballon. Laisser refroidir
- Diluer à 350ml avec de l'eau distillée. Ajouter quelques gouttes de solution de ferroïne. Déterminer la quantité nécessaire de solution de sulfate de fer et d'ammonium pour obtenir le virage violacé.
- Procéder aux mêmes opérations sur 50 ml d'eau distillé (Blanc de réactifs).

## Annexe D :

### **1. Les réactifs utilisés pour le dosage des phosphates :**

#### Solution d'heptamolybdate d'ammonium :

- Dissoudre 7.5g de paramolybdate d'ammonium  $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}, 4\text{H}_2\text{O}]$  dans 250ml d'eau distillée.

### Acide sulfurique 2.5mol/l :

- Dans une bouteille de verre, ajouter petit à petit avec précaution, 70ml d'acide sulfurique (densité=1.84) dans 450ml d'eau distillée et laisser refroidir.

### Solution d'acide ascorbique :

- Dissoudre 57g d'acide ascorbique ( $C_6H_8O_6$ ) dans 250ml d'eau distillée.

### Solution d'oxytartrate de potassium et d'antimoine :

- Dissoudre 0.34g d'oxytartrate de potassium et d'antimoine(3),  $K(SbO)CH_4O_6$  dans 250ml d'eau distillé. Elle est d'une concentration de 1.36g/l.

## **2. Mélange réactifs :**

Mélanger les réactifs ci-dessus dans les proportions suivantes :

- 100ml de solution de molybdate d'ammonium.
- 250ml d'acide sulfurique 2.5 mol/l
- 100ml de solution d'acide ascorbique.
- 50ml de solution d'oxytartrate de potassium et d'antimoine.

### Solution étalon primaire de phosphate :

- Dissoudre 0.680g dans 1l d'eau distillée et ajouter 1ml de chloroforme. 1ml de  $PO_4^{3-}$  contient  $5\mu\text{mol}$  de  $PO_4^{3-}$ . Donc la concentration de la solution est de 0.5mol/l.

### Solution étalon secondaire de phosphate :

- Diluer 100 fois la solution étalon primaire : 10ml compléter à 1000ml de l'eau distillée avec 1ml de chloroforme.

## **3. Mode opératoire :**

On procéder comme suite :

- Préparer le mélange réactif.
- Mesurer 50ml d'échantillon.
- Ajouter 5ml du mélange réactifs et homogénéiser.
- Attendre 5 min et mesurer l'absorbance à 885nm.

## **4. Etalonnage**

- Introduire dans des fioles jaugée de 100ml, 2-10-20-100ml de solution étalon secondaire et compléter à 100ml avec de l'eau distillée pour obtenir la gamme de concentration suivante : 0.2-1-2-10 $\mu\text{mol/l}$ .
- Retrancher des mesures d'absorbance la valeur obtenue avec l'eau distillée plus le blanc de réactifs et tracer la courbe d'étalonnage.

## 5. Blanc de réactifs :

- Prendre 50ml d'eau distillée et ajouter 5ml de mélange réactif. Ce blanc n'est pas négligeable et doit être mesuré à chaque série d'analyse.

### Annexe E :

#### 1. Les réactifs utilisés pour le dosage de l'ammonium :

##### Réactif 1 : Solution de phénol-nitroprussiate :

- Dissoudre 70g de phénol et 100mg de nitroprussiate de sodium ( $\text{Na}_2\text{Fe}(\text{NC})_5\text{NO}, 2\text{H}_2\text{O}$ ) dans 250ml d'eau distillée.

##### Réactif 2 : Solution alcaline d'hypochlorite :

- Dissoudre 70g de citrate trisodique ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}, 2\text{H}_2\text{O}$ ) et 5.5g de soude dans 200ml d'eau distillée.
- Ajouter 11 ml de solution d'hypochlorite de sodium à 10°.
- Compléter à 250ml.

##### Solution étalon primaire d'ammonium :

- Dissoudre 0.165g de sulfate d'ammonium dans 250ml d'eau distillée.

##### Solution étalon secondaire d'ammonium :

- Diluer 20 fois la solution étalon primaire. Ajouter 1ml du chloroforme, (12.5ml de la solution primaire compléter à 250ml avec de l'eau distillée.

#### 2. Mode opératoire :

- Prendre 50ml d'échantillon dans un flacon.
- Ajouter 2ml de réactif 1 et agiter.
- Ajouter 2ml de réactif 2 et agiter.
- Les flacons sont conservés pendant une nuit et à l'abri de la lumière.
- Mesurer l'absorbance à 630nm.

#### 3. Etalonnage :

- Dans des fioles jaugées de 100ml, on introduit 0.5-5-10-80-120ml de la solution étalon secondaire et compléter à 100ml avec de l'eau distillée pour obtenir la gamme d'étalonnage : 0.5-5-10-80-120 $\mu\text{mol/l}$ .
- Retrancher des mesures d'absorbance la valeur obtenue avec l'eau distillée et tracer la courbe d'étalonnage.

## Annexe F :

### **1. Les réactifs utilisés pour le dosage des nitrites :**

#### Réactif 1 : Solution de sulfanilamide :

- Diluer 50ml d'acide chlorhydrique concentré dans 250ml d'eau distillée.
- Dissoudre 5g de sulfanilamide dans cette solution et compléter à 500ml

#### Réactif 2 : Solution de N-naphtyl-éthylènediamine :

- Dissoudre 0.5g de dichlorhydrate de N-(1-naphtyl)-éthylènediamine dans 500ml d'eau distillée.

#### Solution étalon primaire de nitrite :

- Dissoudre 0.345g de nitrate de sodium anhydre dans 1l de l'eau distillée et ajouter 1ml de chloroforme. 1 mole de  $\text{N-NO}_2^-$  contient  $5\mu\text{mol}$  de  $\text{N-NO}_2^-$ . Donc la concentration de la solution est de 0.5 mol/l.

#### Solution étalon secondaire de nitrite :

- Diluer 100 fois la solution étalon primaire.

### **2. Mode opératoire :**

- Introduire 50ml de l'échantillon dans une éprouvette.
- Ajouter 1ml du réactif 1 et mélanger, laisser reposer 2 à 8min.
- Ajouter 1ml du réactif 2 et mélanger.
- Attendre 10min et mesurer l'absorbance à la longueur d'onde de 543nm.

### **3. Etalonnage :**

- Introduire dans des fioles jaugées de 100ml, 1-5-10-2ml de l'étalon secondaire et compléter à 100ml avec de l'eau distillée pour obtenir une gamme d'étalonnage de concentration : 0.1-0.5-1-2 $\mu\text{mol/l}$ .
- Retrancher des mesures avec l'eau distillée et tracer la courbe d'étalonnage.

## Annexe G :

### **1. Les réactifs utilisés pour le dosage des nitrates :**

Même réactifs 1,2 et la solution étalon primaire pour l'analyse des ions nitrites.

#### Solution étalon nitrate :

- Dissoudre 0.506g de nitrate de potassium anhydre dans 1l d'eau distillée, et ajouter 1ml de chloroforme. 1mol de  $\text{NO}_3^-$  contient  $5\mu\text{mol}$  de  $\text{NO}_3^-$ . Donc la concentration de la solution est de 0.5mol/l.

### Solution concentré de chlorure d'ammonium :

- Préparer une solution à 250g de chlorure d'ammonium  $\text{NH}_4\text{Cl}$  par litre de l'eau distillée.

### Solution diluée de chlorure d'ammonium :

- Diluer 50 fois la solution concentrée de chlorure d'ammonium.

### Solution de sulfate de cuivre :

- Diluer 10g de sulfate de cuivre pentahydraté ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ).

## **2. Colonne réductrice :**

### Préparation de cadmium :

- Laver 50g de grain à l'acide chlorhydrique 2mol/l puis rincer à l'eau distillée.
- Laver rapidement à l'acide nitrique 0.3mol/l puis rincer à l'eau distillée.
- Laver à nouveau par l'acide chlorhydrique pour chasser les ions nitrates et rincer abondamment à l'eau distillée.
- Traiter alors le cadmium avec cette solution de sulfate de cuivre : dans un Erlenmeyer, agiter le cadmium avec cette solution et laisser en contact pendant plusieurs minutes, la solution se décolore.
- Laver abondamment à l'eau distillée, par débordement de l'Erlenmeyer pour ne jamais mettre en contact le cadmium traité avec l'air, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de fines particules en suspension.

### Remplissage et traitement de la colonne :

- Remplir la colonne avec le cadmium et laver abondamment avec la solution diluée de chlorure d'ammonium.
- Laisser la colonne en milieu  $\text{NH}_4\text{Cl}$  diluée pendant 48h.

## **3. Mode opératoire :**

### Analyse de la concentration totale nitrite+nitrate :

- Prendre 50ml d'échantillon, ajouter 1ml de la solution concentrée de chlorure d'ammonium et mélanger correctement.
- Verser environ 5ml de cette solution dans la colonne et laisser écouler.
- Verser le reste de l'échantillon.
- Rejeter les 15ml première.
- Rincer une éprouvette graduée de 50ml avec quelques ml de la solution sortant de la colonne et recueillir 12.5ml de l'effluent.
- Ajouter 1ml du réactif 1 et mélanger.
- Laisser reposer 1 à 8min.
- Ajouter 1ml du réactif 2 et mélanger.

- Attendre 10min et mesurer l'absorbance à 543nm.

**Analyse des ions nitrates :**

- Prendre 50ml d'échantillon, ajouter 1ml de solution concentrée de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  et mélanger et poursuivre le dosage comme sur 50ml d'effluent de la colonne.

**4. Etalonnage :**

L'étalonnage est effectué avec des solutions de nitrite.

- Introduire dans des fioles jaugées de 100ml : 1-5-10-2ml de la solution étalon de nitrite et compléter à 100ml avec de l'eau distillée pour la gamme d'étalonnage de concentration : 0.1-0.5-1-2 $\mu\text{mol/l}$ .
- Prendre 50ml de chacune de ces solutions, ajouter 1ml de solution concentrée de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  et mélanger. Poursuivre l'analyse comme pour l'analyse normale.
- Retrancher des mesures la valeur de l'absorbance obtenue avec de l'eau distillée et tracer la courbe d'étalonnage.

*Annexe H : Appareils de mesure*



**Oxymètre (WTW type Oxi 197i)**



**Salinomètre (WTW type Cond 315i)**



**pH-mètre (WTW type pH315i)**



**Spectrophotomètre UV/VIS (SHIMADZU) type Mini 124**



**Etuve à 105°C**



**Four à moufle**