

N° d'ordre :

N° de série :



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE

SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE EL-CHAHID HAMMA LAKHDAR D'EL-OUED

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DE BIOLOGIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Licence Académique

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Ecologie et Environnement

THEME

Transport Des Polluants Par Les Effluents Urbain Et Industriels Daus La Baie Annaba .

Promo trice :

LAABED. S

Présenté par:

-LADJAL ABDEL FATTAH

-LATTRACH IBRAHIM

-DRIHEM NADIA

-HALOUADJI OUMAMA

Année universitaire 2014/2015

LISTES DES TABLEAUX

Numéro	Titre	page
Tableau 1	Les méthodes d'analyse chimiques utilisées sont succinctement résumées	12
Tableau 2	valeurs moyennes saisonnières des températures du site étudié en 2003 et 2006	13
Tableau 3	valeurs moyennes saisonnières des salinités du site étudié en 2003 et 2006	13
Tableau 4	: intervalle de variation saisonnières des débits journaliers site étudié en 2003 et 2006	13
Tableau 5	valeurs moyennes saisonnières des températures du site étudié en 2003 et 2006	14
Tableau 6	valeurs moyennes saisonnières des salinités du site étudié en 2003 et 2006	14
Tableau 7	Apport journalier en chaque saison (Kg/j) des sels nutritifs azotés par l'oued Boudjemàa en 2003 et 2006	17
Tableau 8	Apport journalier en chaque saison (Kg/j) en phosphates par l'oued Boudjemàa en 2003 et 2006	18
Tableau 9	Flux journalier moyen en (Kg/j) des sels nutritifs azotés transportés à la cote par les effluents industriels en 2003 et 2006	20
Tableau 10	Flux journalier moyen en (Kg/j) des phosphates transportées à la côte par les effluents industriels en 2003 et 2006	21
Tableau 11	comparaison des apports annuels moyens d'origine domestique et industriel sur le littoral d'Annaba	22

LISTE DE FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 1	Le cycle d'azote dans un lac.	5
Figure 2	Le cycle du phosphore.	7
Figure 3	L' eutrophisation dans un lac.	10
Figure 4	Position des sites sources majeures de pollution du golfe d'Annaba Oued Boudjemâa, Oued Seybouse, Oued Mafrag, effluents d'Asmidal.	11
Figure 5	Le flux journaliers moyen (kg.j^{-1}) de NO_2^- durant l'année 2003 et 2006, provenant d'Oued Boudjemâa. H : Hiver, P : Printemps, E : Été, A : Autom.	15
Figure 6	Le flux journaliers moyen (kg.j^{-1}) de NO_3^- durant l'année 2003 et 2006, provenant d'Oued Boudjemâa. H : Hiver, P : Printemps, E : Été, A : Automne.	16
Figure 7	Le flux journaliers moyen (kg.j^{-1}) de NH_4^+ durant l'année 2003 et 2006, provenant d'Oued Boudjemâa. H : Hiver, P : Printemps, E : Été, A : Automne.	16
Figure 8	Le flux journaliers moyen (kg.j^{-1}) de Po_4^{-3} durant l'année 2003 et 2006, provenant d'Oued Boudjemâa. H : Hiver, P : Printemps, E : Été, A : Automne.	17
Figure 9	Flux journalier moyen en (Kg/j) des (NO_2) transportées à la côte par les effluents industriels 2003 et 2006.	19
Figure 10	Flux journalier moyen en (Kg/j) des (NO_3) transportées à la côte par les effluents industriels 2003 et 2006.	19
Figure 11	Flux journalier moyen en (Kg/j) des (NH_4) transportées à la côte par les effluents industriels 2003 et 2006.	20
Figure 12	Flux journalier moyen en (Kg/j) des (PO_4^{-3}) transportées à la côte par les effluents industriels 2003 et 2006.	21

SOMMAIRE

Introduction générale	
Chapitre I : l'azote le phosphore et l'eutrophisation	
1.L'azote	3
1.1.Les Nitrites	3
1.2.Les Nitrates	3
1.3.L'ammonium	4
1.4.L'azote organique	4
1.5.Le cycle d'azote dans le milieu aquatique	4
2.le phosphore	5
2.1. Phosphore minéral	5
a.Phosphore minéral particulaire	5
b. phosphore minéral dissous	6
2.2.Phosphore organique	6
2.3.Le cycle biogéochimique du phosphore	7
3.Pollution des milieux aquatiques par les sels nutritifs, sources et conséquences	
3.1.Les sources de pollutions	7
3.2 Eutrophisation	8
3.1.1Définition	9
Chapitre II : Hydrologie	
II.1 Milieu récepteur et sites étudiés	11
II.2. Stratégie d'échantillonnage	12
II.3 Méthodes d'analyse	12
II.4 Hydrologie	13
II.4.1 Hydrologie de l'effluent urbain	13
A.Température	13
B. Salinité	13

C. Débit	13
Chapitre III : L'effluent urbain	
-Flux des sels Nutritifs au littoral	
1.1. Flux de l'azote minéral	
1.1. 1. Flux des nitrites (NO ₂ -).....	15
1.1.2. Flux des nitrates (NO ₃ -)	16
1.1.3 Flux de l'ammonium (NH ₄ ⁺).....	16
1.1. Flux des phosphates	17
Chapitre IV : L'effluent industriel	
-Flux des sels nutritifs au littoral	
Flux des sels Nutritifs au littoral 1.1. Flux des nitrites (NO ₂ -)	19
1.2. Flux des Nitrates (NO ₃ -)	19
1.3. Flux de l'ammonium (NH ₄ ⁺)	20
1. Flux des phosphates	21
Discussion et conclusion	22
Références bibliographiques	23
resumé et mots-clés	

Introduction

Les ressources en eaux méditerranéens sont limitées, fragiles et menacées. Elles sont déjà très utilisées surtout au sud et à l'est. Elles sont devenues non seulement rare mais elle subissent de graves altérations de qualité.

Les activités terrestres (urbanisation, industrie et agriculture) représentent la principale source de pollution de la mer Méditerranée, bien que de nombreuses incertitudes demeurent quant à leur contribution respective, aux différents flux (rivières, atmosphère, sources diffuses) et au sort des polluants qu'elles génèrent (AEE, 1999, Margat et Vallée, 1999).

Dans le cas des pollutions urbaine et industrielle, le problème principal correspond à l'augmentation rapide de la population le long des côtes sud de la Méditerranée, où les moyens légaux et les investissements dans l'infrastructure environnementale sont moindres. La pression exercée par le tourisme, notamment dans les pays du nord de la Méditerranée, constitue l'un des problèmes qui doivent être gérés efficacement afin d'empêcher toute dégradation future du milieu marin et littoral. (Margat, 1992). Le traitement des eaux usées fait encore défaut dans les zones urbaines situées le long des côtes et environ 60% des déchets urbains rejetés en Méditerranée ne sont pas encore traités cependant que les frais de santé et autres pertes économiques, en particulier dans les zones touristiques du fait de la contamination des eaux côtières, sont plus élevés que l'investissement nécessaire pour atteindre une qualité acceptable du rejet des eaux usées (MEATT/PNUE, 1994).

En Algérie, Les volumes d'eau usées rejetés annuellement à travers les réseaux d'assainissement des agglomérations sont estimés à $0,6.10^9 \text{ m}^3$ en 1985 et à près de $1,5.10^9 \text{ m}^3$ en 2010, ce qui à long terme constituera un ressource potentielle recyclable (MRE, 2001 ; Kettab, 2001). Environ 73% de la population agglomérées est raccordées à un réseau d'assainissement avoisinant 30.103 km (MRE, 2001 ; ME, 1990). Si l'effort de réalisation de réseaux d'assainissement a permis d'améliorer le cadre de vie à l'intérieur des agglomérations, il a cependant entraîné une concentration des rejets d'eaux usées dans les milieux récepteurs, ce qui constitue une menace pour l'environnement d'une manière générale. En effet, peu de stations d'épurations ont été réalisées (56) dont 80% sont abandonnées et seulement quelques centaines de bassins de décantations et quelques stations de lagunage.

Les effluents urbains et industriels de la ville d'Annaba de, part leur collecte, sont livrées à l'abandon et ne subissent aucun traitement, si ce n'est leur assemblage temporaire limité à la saison d'été dans les bassins de lagunage.

Sur le plan environnemental, les eaux usées occasionnent à la fois une pollution microbiologique chronique et des eutrophisations côtières, de part les désagréments esthétiques et sanitaires (Guillaud et Aminot, 1991 ; Menesguen, 1991 ; Kerr et Ryder, 1992).

L'objectifs de cette études est synthétiser les différents travaux faites d'une façon chronologique dans le cadre d'une évaluation de l'azote et du phosphore transportées au littoral d'Annaba par les émissaires urbains et industriels, afin d'une meilleure compréhension, évaluation et gestion des eaux usées urbaines et industriels d'Annaba.

Le présent travail est structuré en quarts chapitres, le premier expose des notion générales sur l'azote et le phosphore et leurs relation avec l'eutrophisation. Le deuxième chapitre présente stations d'étude, les méthodes d'analyse utilisées et les caractères hydrologiques du site étudié et le troisième expose les résultats des flux en sels nutritifs dans l'effluents urbain. Le quatrième traite les flux des sels nutritifs dans l'effluent industriel. Le mémoire s'achève par une discussion des données.

CHAPITRE I : L'AZOTE LE PHOSPHORE ET L'EUTROPHISATION

L'azote et le phosphore présents dans les eaux constituent des nutriments pour la microflore et sont indispensables au fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Cependant, depuis plusieurs décennies, l'augmentation continue d'apports de ces nutriments vers les eaux, s'ajoutant aux pollutions par les micro-organismes, les résidus de pesticides et les matières organiques, s'est traduite par une dégradation sensible de la qualité de ces eaux.

D'une part, l'apport aux populations d'une eau conforme aux normes de potabilité (en Europe moins de 50 milligrammes de nitrates par litre) pose des problèmes de plus en plus aigus. D'autre part, l'augmentation de la quantité de phosphore a provoqué des phénomènes d'eutrophisation en eaux, avec prolifération de phytoplancton et de végétaux. Des proliférations algales liées aux flux d'azote ont été constatées en eaux marines.

Le déséquilibre des quantités relatives d'azote et de phosphore dans les eaux, enfin, perturbe fréquemment les écosystèmes, avec dans certains cas apparition de cyanophycées produisant des neuro-toxiques (Auby I., 1994).

L'azote

L'azote se présente sous différentes formes organiques et minérales (khellou M., 2009; Fekrache F., 2012).

1.1 Les Nitrites

La présence des nitrites d'origine naturelle est très rare. Ces ions sont répandus dans le sol, les eaux et les plantes mais en quantités relativement faibles. Dans les eaux de surface, leur teneur est en général inférieure à 1 mg.l^{-1} . On a pu montrer l'existence de nitrite dans les eaux de fonte des neiges et dans les nappes aquifères profondes. Les nitrites peuvent être dangereux, tant à court terme qu'à long terme. (Rodier, 1996 ; khellou M., 2012; Fekrache F., 2009).

1.2 Les Nitrates

L'ion nitrates est la principale forme d'azote inorganique, il constitue le stade final de l'oxydation d'azote, les nitrates se trouvent naturellement dans les eaux proviennent en grande partie de l'action de l'écoulement des eaux sur le sol de bassin versant. Les nitrates dans les milieux naturels ne sont pas directement toxiques mais participent à l'important phénomène d'eutrophisation des eaux stagnantes. Pour l'organisme humain ils ne sont pas toxiques directement sauf à des doses élevées de plusieurs dizaines de mg.l^{-1} (Rodier, 1996 ; khellou M., 2012; Fekrache F., 2009).

1.3 L'ammonium

L'ion ammonium (NH_4^+) est la forme réduite de l'azote, il provient principalement de la décomposition des protéines naturelles contenues dans le phytoplancton et le micro-organisme. Il peut être aussi issu de l'apport d'effluents urbains épurés, de rejets industriels ou agricoles, il se trouve dans les eaux naturelles à des concentrations qui peuvent varier de **1** à plus de **10 mg/l**. Il se transforme rapidement en composé azoté, en milieu basique l'ammoniac

est en fait un gaz peu soluble qui se dégage facilement dans l'atmosphère. (Gaujeux, 1995 ; Rodier, 1996 ; khellou M., 2012; Fekrache F., 2009).. L'ammonium a un potentiel de bioaccumulation négligeable, il ne présente pas un caractère nocif pour la santé mais sa présence en particulier dans les eaux de surface peut être considérée comme un indicateur de pollution.

1.4 L'azote organique

Les eaux de surface renferment de nombreuses substances organiques, dans les composés azotés tiennent une place importante. Il peut s'agir de pesticide de matière d'épandage des eaux résiduaire, de protéines, d'acide amines, issus de la dégradation d'algue, de bactéries, d'antibiotiques, de vitamines. (Mond J., 1989 ; Rodier, 1996 ; khellou M., 2012 ; Fekrache F., 2009).

1.5 Le cycle d'azote dans le milieu aquatique

Dans les écosystèmes, l'eau est le siège de nombreuses réactions biochimiques du cycle de l'azote. Dans les systèmes aquatiques la fixation biologique est le fait de cyanobactéries où symbiotique *Anabaena* qui jouent un rôle similaire aux bactéries des sols. La réduction de l'azote moléculaire conduit à la synthèse de l'ion ammonium que le phytoplancton, les bactéries autotrophes et les champignons assimilent de préférence, alors que les macrophytes utilisent plutôt les nitrites et les nitrates. (Ounissi M., 2002).

En fin, les pertes en azote d'un milieu aquatique se font par l'exutoire et au niveau des sédimentations mais seul le processus de dénitrification assure son élimination définitive sous forme de produit gazeux N_2 et NO_2 . Dans ce processus le pH optimum se situe au tour de 8. Le pH acide, les basses températures et les fortes concentrations en NO_3^- favorisent le dégagement de NO_2 aux de N_2 . (Peuriot R., Meybec M., 1995)

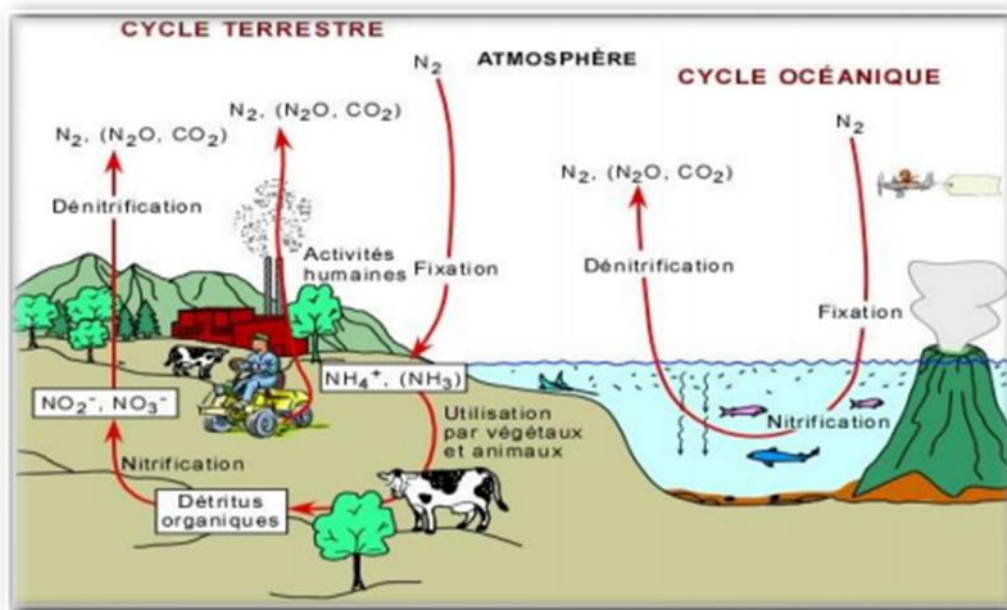


Figure 1 : Le cycle d'azote dans un lac(khellou M., 2012).

1. le phosphore

Contrairement aux autres éléments, le phosphore n'a pas de composants gazeux dans les conditions naturelles. Son existence dans l'environnement peut être sous différentes formes minérales ou organique qui sont solubles ou insolubles

Parmi les différentes formes de phosphores dans les milieux aquatiques, on peut décrire les suivantes (Rodier, 1996 ; khellou M., 2012 ; Fekrach F., 2009):

2.1 Phosphore minéral

Le phosphore minéral est un élément rare dans la biosphère et se trouve en partie à l'état soluble essentiellement sous forme orthophosphates (PO_4^{3-} , $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$), et en partie à l'état insoluble, sous forme de phosphore de Calcium ou apatite qui est immobilisé dans le sol ou dans le sédiment sous forme de phosphate de fer ou d'Aluminium ou de Calcium (FePO_4 , CaPO_4) (Levêque C., 2001).

a. Phosphore minéral particulaire:

Il peut être d'origine biologique ou minéral et provient des berges (phosphore apatitique issu de roches contenant de la fluore-apatite) ou des effluents en milieu urbains (Puoriot R et Mya-Bec M., 1995). En effet, l'apatite et le minéral le plus abondant et constitue 95% de tout le phosphore de la croûte terrestre. Elle a une formule générale $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{X}_2$, où X peut être F (fluore-apatite; OH (hydrox apatite) ou Cl (Chlore-apatite) (Puoriot R et Mya-Bec M., 1995).

Ainsi le transport des minéraux phosphatés, tel que les phosphates de Calcium, de fer et d'aluminium, se fait essentiellement sous la forme particulaire (Fustec E., Lefeuvre J-C. et coll., 2000). Le phosphore particulaire minéral est difficile à identifier quand les éléments sont très fins (les rayons X sont inefficaces) (Puoriot R et Mya-Bec M., 1995).

b. phosphore minéral dissous:

Comme le phosphore soluble, on trouve les ions orthophosphates (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-}). Ils sont très mobiles parce qu'ils s'adsorbent sur les particules notamment le sol. Toutes les formes du phosphore particulaire ou dissous sont ainsi dérivées des ions orthophosphates. Il est aussi susceptible de former des chaînes ou des composés cycliques (les poly phosphates) (Puoriot R et Mya-Bec M., 1995).

C'est un élément clé pour les organismes vivants, du fait de sa biodisponibilité. Il est à chaque instant, en équilibre dynamique avec les orthophosphates des composés chimiques solides, cristallins ou amorphes et avec les orthophosphates adsorbés sur les particules minérales ou organiques.

La solubilité des complexes formés sont influencée par le pH du milieu et par le potentiel redox qui agit sur la valence ionique de certains éléments métalliques tels que le fer et le manganèse. Les orthophosphates libres sont accompagnés par les orthophosphates

condensées qui sont d'origine naturelle ou industrielle. Cette dernière forme de phosphate est instable et s'hydrolyse rapidement (Puoriot R et Mya-Bec M.,1995).

2.2 Phosphore organique

Le phosphore est un élément essentiel de la matière vivante. Sa forme organique est généralement plus abondante que sa forme minérale. La biomasse végétale contient du phosphore organique indispensable à son métabolisme, et qui rentre dans la constitution de l'ATP (Adénosine Triphosphate) et des acides nucléiques nécessaires pour les mécanismes de stockage et de libération de l'énergie (Puoriot R et Mya-Bec M.,1995).

Le phosphore organique soluble est représenté par des molécules issues des organismes vivants ou morts, tandis que le phosphore organique particulaire est produit dans l'os des êtres vivants et provient aussi des fientes d'oiseaux...(levèque C., 2001).Sa teneur dans les cellules algales est extrêmes variable. Les bactéries se révèlent 5à10 fois plus riches, en phosphore que les algues. Dans la nature il atteint des valeurs de 2à 10 mg/g de matière sèche (Puoriot R et Mya-Bec M.,1995).

2.3 Le cycle biogéochimique du phosphore

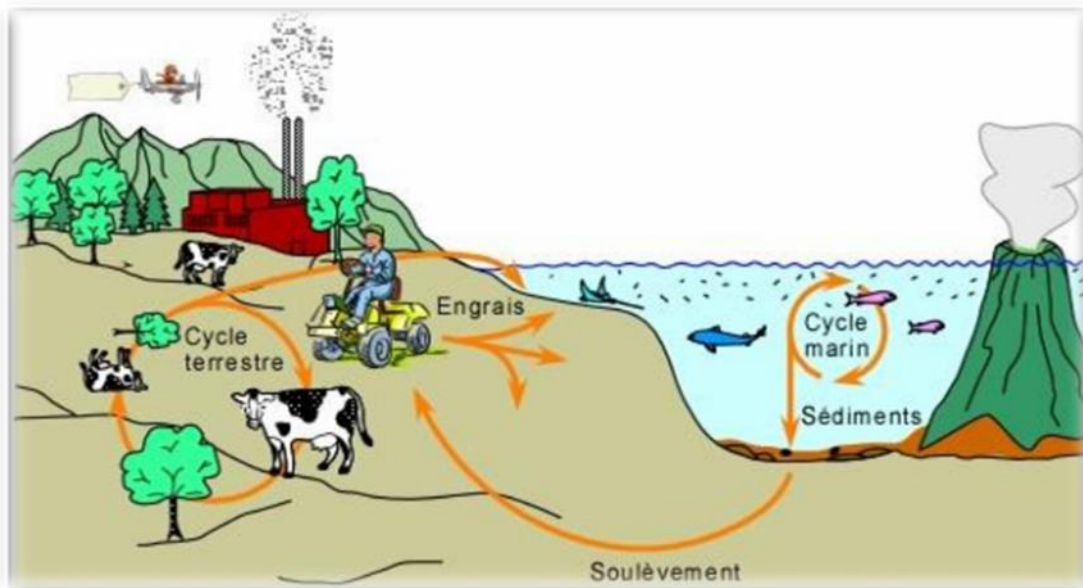


Figure 2 : Le cycle du phosphore(Lefebvre S.,2003 ; khellou M., 2012)

Les microorganismes n'interviennent qu'exceptionnellement sur l'état d'oxydation du phosphore, qui se trouve le plus souvent sous forme H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} ou PO_4^{3-} . La plupart des transformations auxquelles est soumis cet élément dans le milieu marin, peuvent, en fait, être considérées comme des transferts.

En premier lieu, il importe de rappeler que le phosphore ne peut être utilisé par les végétaux c'est à dire bio disponible que sous forme d'ion phosphate (PO_4^{3-}).

Le phosphore organique, qu'il soit dissous ou particulaire, est transformé en phosphate par minéralisation bactérienne grâce à l'action d'une enzyme particulière, la phosphatase. Cette transformation peut avoir lieu à l'intérieur des cellules bactériennes ou directement dans le milieu, par action des phosphatases libérées par les bactéries.

2. Pollution des milieux aquatiques par les sels nutritifs, sources et conséquences:

3.1. Les sources de pollutions :

L'urbanisation, l'industrie et l'agriculture représentent la principale source de pollution des eaux de surface et de la mer Méditerranée, cependant que leur contribution respective et les polluants qu'elles génèrent restent encore peu précisées (AEE, 1999; Margat et Vallée, 1999). Dans le cas des pollutions urbaine et industrielle, le problème principal correspond à l'augmentation rapide de la population le long des côtes sud de la Méditerranée, où les moyens légaux et les investissements dans l'infrastructure environnementale sont moindres.

La pression exercée par le tourisme, notamment dans les pays du nord de la Méditerranée, constitue l'un des problèmes qui doivent être gérés efficacement afin d'empêcher toute dégradation future des milieux aquatiques (Margat, 1992). L'augmentation des forces productives en agriculture a suscité de graves modifications de l'environnement tant au niveau de la qualité des sols qu'au niveau de la qualité des eaux de surface et des eaux marines.

D'après (Konovalove, 1995), les apports nutritifs à la Méditerranée sont de l'ordre de 0,5 Million de tonne de phosphore par an et de 1-2 millions tonnes d'azote par an. En Italie par exemple, le Pô charrie 100 000 tonnes par an d'azote inorganique et 6000 tonnes par an de phosphore inorganique et contribue à la majeure partie de la charge totale d'éléments nutritifs du bassin nord de l'Adriatique (Marchetti, 1990). D'autre part les apports fluviaux en 1995 (Pô, le Rhône et l'Èbre, PNUE/PAM, 2003) s'élèvent à 610 000 tonnes d'azote nitrique et 14 000 tonnes de phosphate dans en Méditerranée.

3.2 Eutrophisation

Depuis les dernières décennies, l'enrichissement nutritif anthropique « eutrophisation » a été identifié comme un problème écologique pour plusieurs écosystèmes côtiers (Smith V.H., 2003). Les producteurs primaires étaient les premiers organismes affectés par ce phénomène, ce qui entraîne comme conséquences des changements dramatiques de leur structure et leur dynamique saisonnière (Pinckney J.L. et al., 2000).

Par suite de l'eutrophisation accrue des régions littorales, plusieurs études écologiques ont mis l'accent sur l'effet des nutriments sur le phytoplancton (Granéli E. et al., 1999). La disponibilité des nutriments constitue le principal facteur qui contrôle le phytoplancton lorsque les conditions de lumière et de température sont adéquates (Hecky R.E. et al., 1988). En effet, elle peut affecter son taux de croissance, sa biomasse et sa composition spécifique (Caron D.A. et al., 2000). L'eutrophisation des eaux continentales de surface est à l'origine de nombreux désordres (Khalaf G. et al., 2009 ; khellou M .,2012) :

- Exacerbation du rythme nyctéméral de l'oxygène dissous: forte production diurne (photosynthèse) et très forte consommation nocturne (respiration) par la biomasse végétale,
- Déplacement de l'équilibre calco-carbonique,
- Fortes variations du pH
- Production de composés toxiques, par les dinoflagellés, en particulier en milieu saumâtre et marin, (les coquillages qui concentrent ces composés peuvent devenir impropres à la consommation), et d'hépatotoxines ou des neurotoxines par les cyanobactéries,
- Destruction d'habitat, par colmatage des fonds de cours d'eau,
- Pollution organique différée lors de la minéralisation des végétaux morts (appauvrissement en oxygène, conditions d'anaérobiose avec production d'ammoniac, d'hydrogène sulfuré, de méthane) et dépréciation notable de l'écosystème,
- Dégradation des conditions de production d'eau potable (colmatage des filtres, variations importantes et rapides de la qualité de l'eau...).
- Altération de la valeur esthétique et du potentiel ludique du milieu.

3.1.1 Définition

Le terme « eutrophe » dont dérive le mot « eutrophisation ». «Eutrophe » signifie simplement « bien nourri ». Comme le rappelle Genovese (1973), le préfixe « eu » contient l'idée de bien, d'utile, d'optimal. Tout milieu pauvre en matières nutritives, ne répondant pas, par définition, à la notion de conditions optimales, on en vient à considérer qu'un milieu est eutrophe quand il est riche en nutriments. On peut donc s'accorder sur la définition du mot « eutrophe » que fournit le Dictionnaire technique de l'eau et des questions connexes : une eau eutrophe est une eau riche en matières nutritives (Aminot A. et al., 2001 ; khellou M ,2012).

Quant à l'eutrophisation d'un milieu, il s'agit, stricto sensu, du fait de devenir eutrophie (donc, de s'enrichir en nutriments). Cette notion a pris naissance pour désigner la progression naturelle de l'état trophique des lacs, c'est-à-dire l'augmentation de la richesse du milieu (de l'oligotrophie à l'hypertrophie, en passant par l'eutrophie). Toutefois, la notion d'eutrophisation (dans son étymologie d'origine « enrichissement ») n'a de sens que par rapport à la biomasse qui tire bénéfice des nutriments présents¹. Aussi est-il compréhensible que l'on ne puisse différencier dans le terme « eutrophisation » ce qui est relatif à l'enrichissement, d'une part, et ce qui correspond à la biomasse qui bénéficie de cet enrichissement, d'autre part.

La notion d'« eutrophisation » est donc délicate à manier, puisqu'elle ne désigne pas un état mais l'évolution du milieu vers un état, lui-même défini de manière subjective (enrichi). Le terme eutrophisation contient donc en germe la dérive de sens qu'il a subi, désignant à la fois les causes et les conséquences de la fertilisation du milieu (Aminot A. et al, 2001).

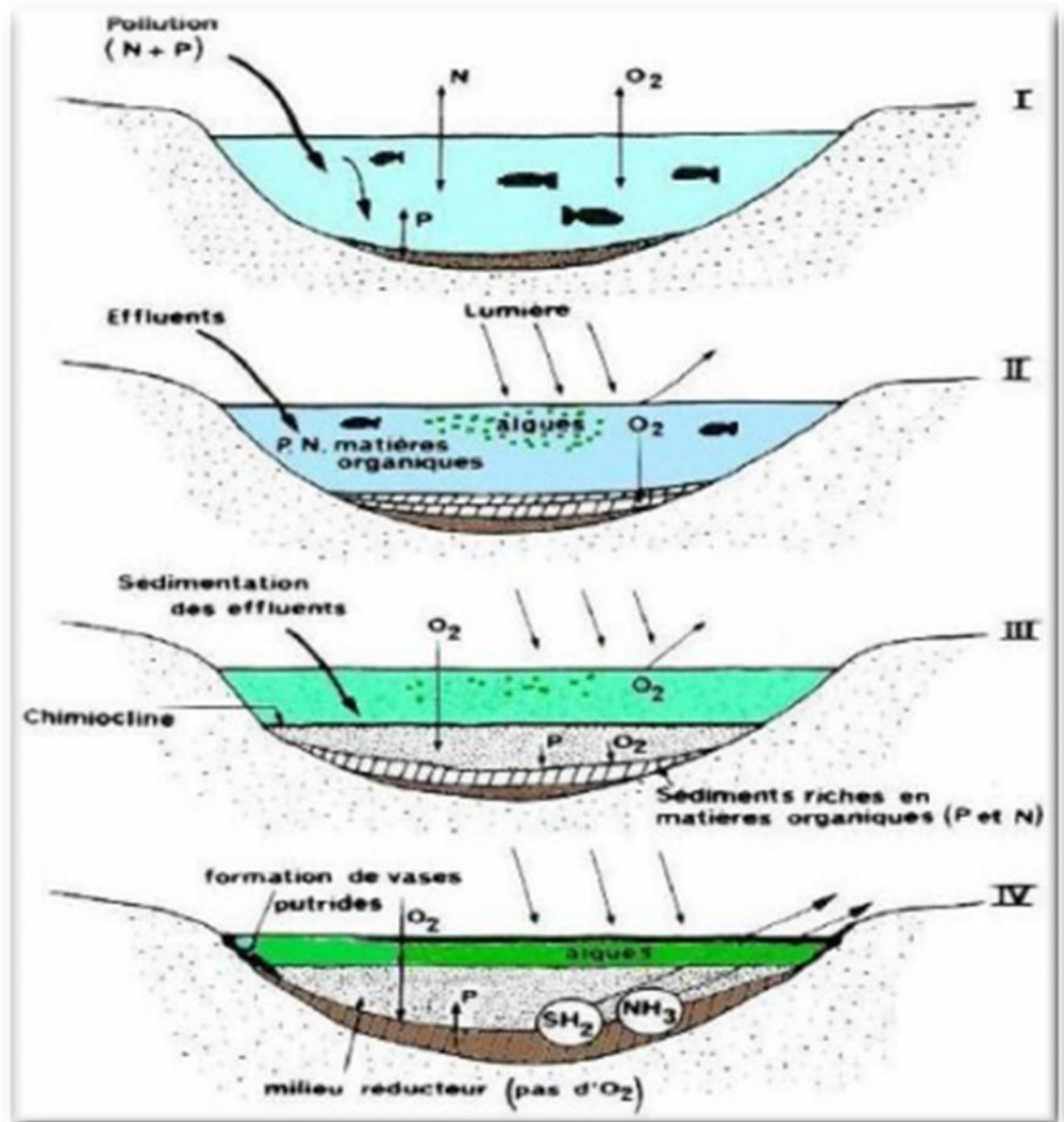


Figure 3 : L' eutrophisation dans un lac(Ramade F.,1981 ; khellou M.,2012).

CHAPITRE II : HYDROLOGIE

II .1 Milieu récepteur et sites étudiés

Le golfe d'Annaba, situé à l'extrême Est algérien ($36^{\circ} 50' - 37^{\circ} N$; $7^{\circ} 45' - 8^{\circ} 15' E$) est soumis aux facteurs océanographiques externes d'une part (intrusions d'eau du large à partir de l'entrée du golfe) et aux décharges continentales introduisant d'importantes quantités de polluants chimiques d'autre part (Figure 1). Il s'agit d'influences de facteurs naturels (courants, oueds) et anthropiques très contrastées (rejets industriels du complexe d'Asmidal et rejets urbains).(Laabed S.,2003, Saker I, 2006, Khammar H.,2006).

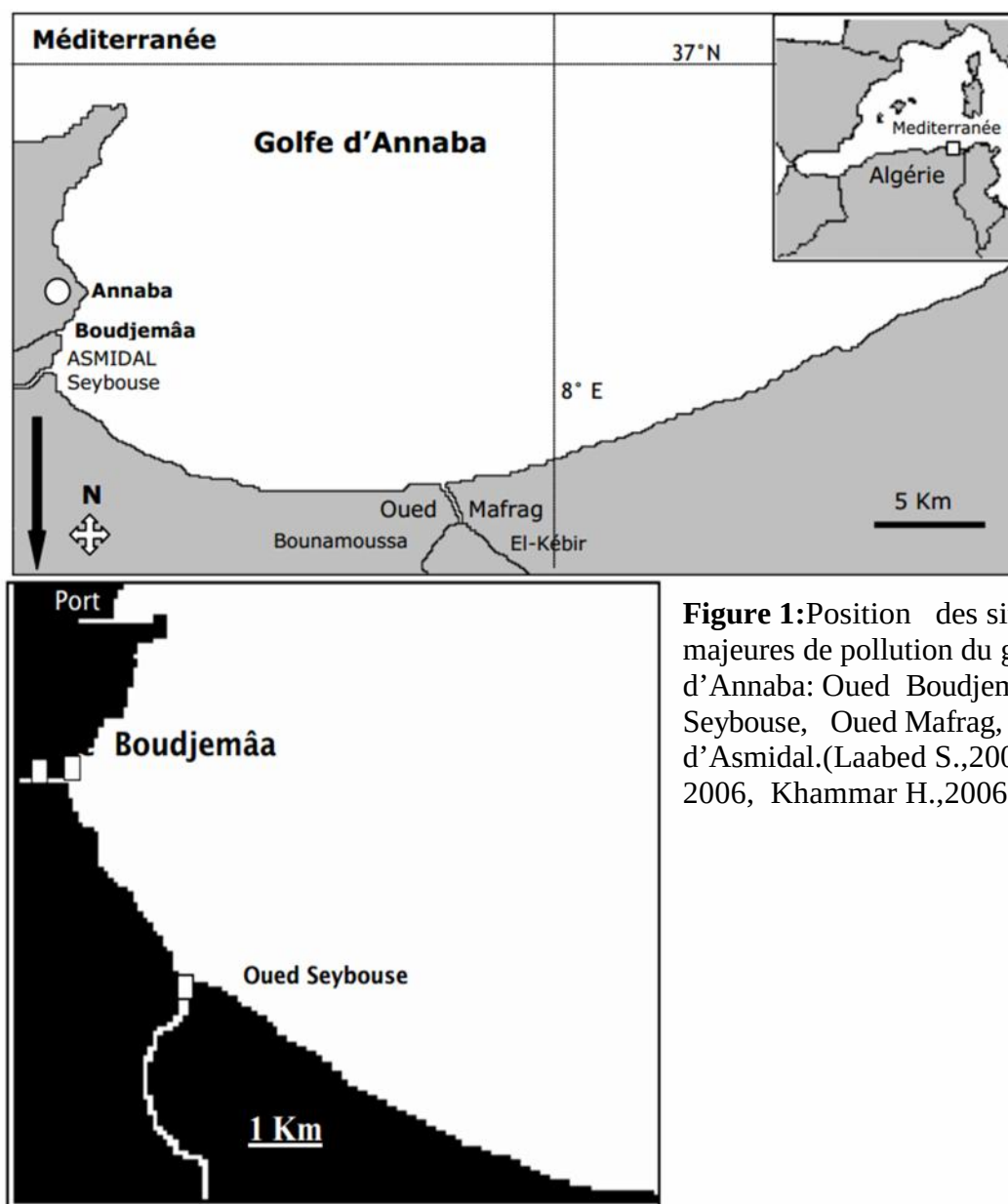


Figure 1:Position des sites sources majeures de pollution du golfe d'Annaba: Oued Boudjemâa, Oued Seybouse, Oued Mafrag, effluents d'Asmidal.(Laabed S.,2003, Saker I, 2006, Khammar H.,2006).

II .2. Stratégie d'échantillonnage

Les principales sources d'apports continentaux ont été échantillonnées de points de prélèvement dans la source.

- Au débouché d'Oued boudjemâa dans la mer.
- A 10 m des débouchés des effluents d'Asmidal.

Les prélèvements des eaux ont été effectués bimensuellement du 15 janvier au 28 décembre 2003, et du 17 janvier au 24 décembre 2006.

Les relevés de température (°c) et de salinité (Practical salinity unit ou P.S.U) ont été effectués à l'aide d'un multi paramètre wtw 197i.

Les données de vitesse de courants ont permis d'estimer le débit d'eau, connaissant le profil (m), l'intervalle de mesure dans le profil (m), les surfaces partielles et la surface totale de la section mouillée (m²). Singulièrement, ces estimations sont pratiquement similaires aux données d'Asmidal.

II .3 Méthodes d'analyse

Les méthodes d'analyse chimiques utilisées sont succinctement résumées dans le **Tableau 1**

Eléments	Méthodes	Références
Azote ammoniacal (NH ₃ +NH ₄ ⁺)	Dosage spectrophotométriques (λ= 630nm)	Parsons et al.(1989)
Nitrates (NO ₃)	Dosage spectrophotométriques (λ= 543nm)	Parsons et al.(1989)
Nitrites(NO ₂)	Réduction des nitrates en nitrites et dosage des nitrites (λ= 543nm)	Parsons et al.(1989)
Phosphates (PO ₄ ³⁺)	Dosage spectrophotométriques (λ= 885nm)	Aminot et chausspied (1983)

II .4 Hydrologie

II .4.1 Hydrologie de l'effluent urbain

A. Température

T°c	Hiver	printemps	Eté	automne	Moyenne annuelle
Boudjemàa 2003	15	21	24	19	19
Boudjemàa 2006	12	-	29	-	-

Tableau 2: valeurs moyennes saisonnières des températures du site étudié en 2003 et 2006 (-: pas de donnée) (Laabed S., 2003,Khémmar H., 2006).

B. Salinité

S (P.S.U)	Hiver	printemps	Eté	automne	Moyenne annuelle
Boudjemàa 2003	11	16	14	22	17
Boudjemàa 2006	-	-	-	-	13

Tableau3: valeurs moyennes saisonnières des salinités du site étudié en 2003 et 2006 (-: pas de donnée)(Laabed S., 2003, Khémmar H., 2006).

C. Débit

	Hiver	printemps	été	automne	Moyenne annuelle
Boudjemàa 2003	3-7	3-7	3-6	3-6	/
Boudjemàa 2006	3	1	0.5	0.5	/

Tableau 4: intervalle de variation saisonnières des débits journaliers site étudié en 2003 et 2006 (-: pas de donnée)(Laabed S., 2003,Khémmar H., 2006).

II .4.2 Hydrologie de l'effluent industriel

A. Température

T°c	Hiver	printemps	été	automne	Moyenne annuelle
Asmidal 2003	19	24.5	25.5	23.5	23.12
Asmidal 2006	20.23	21.14	25.93	24.75	23.01

Tableau 5: valeurs moyennes saisonnières des températures du site étudié en 2003 et 2006 (-: pas de donnée) (Laabed S., 2003, SakerI., 2006).

B. Salinité

S (P.S.U)	Hiver	printemps	été	automne	Moyenne annuelle
Asmidal 2003	37	35	33.5	34	34.87
Asmidal 2006	-	-	-	-	36.35

Tableau 6: valeurs moyennes saisonnières des salinités du site étudié en 2003 et 2006 (-: pas de donnée)(Laabed S., 2003 , Saker I., 2006).

C. Débit

Le débit de l'effluent industriel Asmidal a été évalué plusieurs fois depuis 2001, il reste sensiblement constant, autours de 10m³/s le long de la journée et des mois.

CHAPITRE III : L'EFFLUNT URBAIN

1. Flux des sels Nutritifs au littoral

1.1. Flux de l'azote minéral

1.1.1. Flux des nitrites (NO_2^-)

Le flux saisonnier moyens en nitrite varie fortement du simple au double durant l'année 2003, avec un minimum de 215 Kg.j^{-1} en hiver contre un maximum de 538 Kg.j^{-1} enregistré en été (**figure 5, tableau 07**). Ces valeurs importantes sont favorisées par les lâchées d'Asmidal au sein de l'émissaire Boudjemâa en cette période de l'année.

En 2006 les flux enregistrés marquent une baisse, mais reste importante avec 100 kg.j^{-1} en hiver (**figure5, tableau 07**).

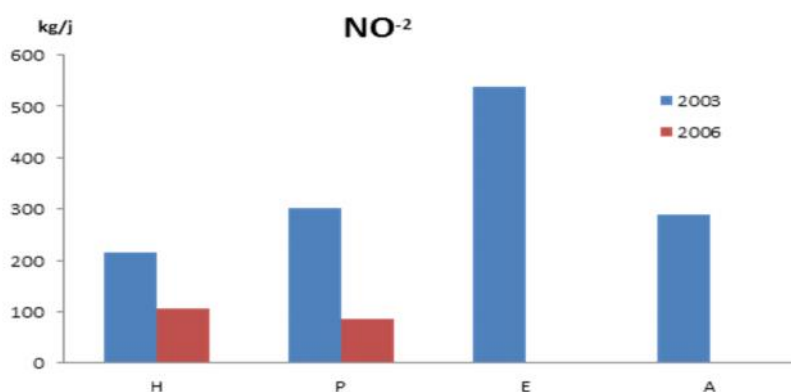


Figure 5: Le flux journaliers moyen (kg.j^{-1}) de NO_2^- durant l'année 2003 et 2006, provenant d'Oued Boudjemâa. H : Hiver, P : Printemps, E : Eté, A : Automne (Laabed S, Khémar H)

1.1.2. Flux des nitrates (NO_3^-)

Pour les ions nitrates, les valeurs accusent leurs maximums en hiver et au printemps avec une moyenne de 385 kg.j^{-1} pour l'année 2003. (**figure 6, tableau 07**).

De même, pour l'année 2006, les flux les plus importants en nitrates se rencontrent en hiver avec 229 kg.j^{-1} . (**figure 6, tableau 07**).

Non seulement la richesse des eaux en nitrate qui hausse les flux mais aussi le débit élevé de l'effluent en cette époque pluvieuse de l'année.

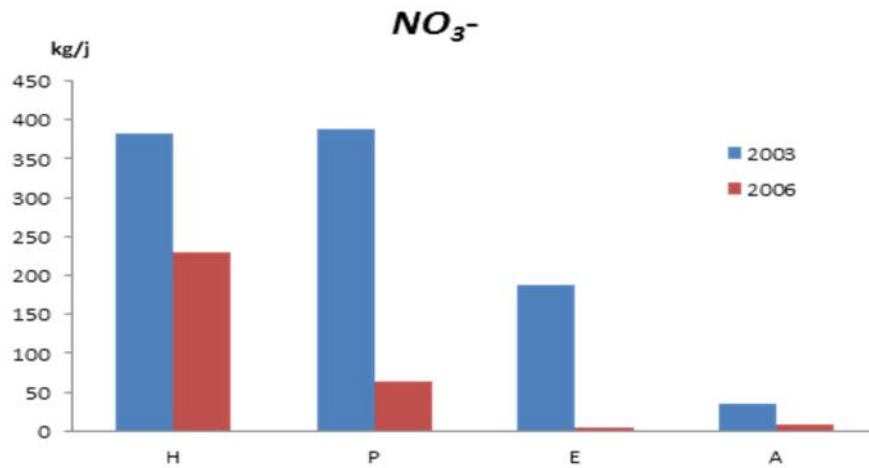


Figure 6: Le flux journaliers moyen (kg.j^{-1}) de NO_3^- durant l'année 2003 et 2006, provenant d'Oued Boudjemâa. H : Hiver, P : Printemps, E : Été, A : Automne (Laabed S, Khémar H).

1.1.3. Flux de l'Ammonium (NH_4^+)

La charge polluante en terme d'ammonium, enregistre ces valeurs les plus hausses en hiver avec 1740 kg.j^{-1} en 2003, mais elle reste relativement élevée toute au long de l'année traduisant par cela la nature de cet effluent urbain. (**figure 7, tableau 07**).

En 2006, les valeurs restent assez importantes avec une moyenne hivernal de 880 kg.j^{-1} , représentant le double de la moyenne annuelle 435 kg.j^{-1} (**figure 7, tableau 07**). Cette tendance est à relier avec le débit de l'effluent ramenant également les eaux pluviales de la ville et du bassin versant.

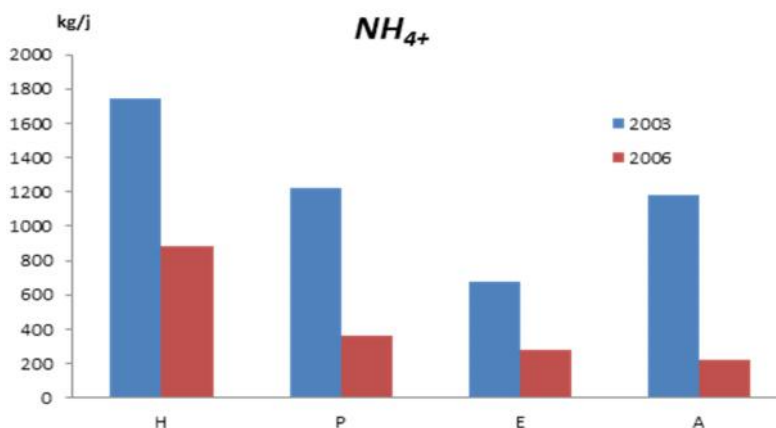


Figure 7: Le flux journaliers moyen (kg.j^{-1}) de NH_4^+ durant l'année 2003 et 2006, provenant d'Oued Boudjemâa. H : Hiver, P : Printemps, E : Été, A : Automne (Laabed S, Khémar H).

Tableau07 : Apport journalier en chaque saison (Kg/j) des sels nutritifs azotés par l'oued Boudjemàa en 2003 et 2006 (Laabed S, Khémar H).

Flux en (kg/j)	Hiver	Printemps	Eté	Automne
Boudjemàa (2003)				
NH ₄ ⁺	1740	1221	675	1184
NO ₂ ⁻	215	301	538	290
NO ₃ ⁻	382	389	188	35
Boudjemàa (2006)				
NH ₄ ⁺	880.06	360.17	276.98	224.70
NO ₂ ⁻	107.46	86.42	1.85	0.60
NO ₃ ⁻	229.03	63.29	3.96	7.72

1.2. Flux des phosphates

L'effluent urbain décharge à la côte d'énorme quantité de phosphore (**figure 8, tableau 08**). en 2003 les valeurs restent très importantes tout au long des saison avec un maximum estivale de 2330 kg.j⁻¹. Ceci peut être traduit par l'action du tourisme accéléré en cette période de l'année.

Les flux pour l'année 2006 enregistre une baisse, mais reste importantes en tant que charge transportée à la côte. Le maximum est enregistré en hiver par 746 kg.j⁻¹(**figure 8 ,tableau 08**).

Considérant la constance relative d'un rejet urbain en phosphore, on peut souligner que la moitié de ce transfert revient incontestablement aux apports du bassin versant.

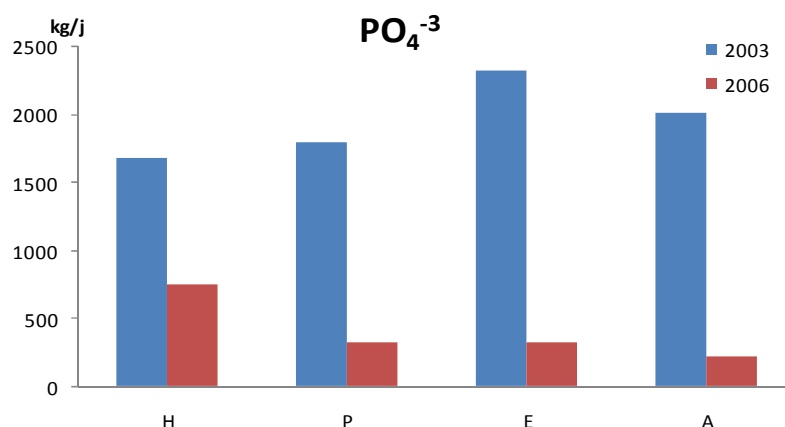


Figure 8: Le flux journaliers moyen (kg.j⁻¹) de Po₄⁻³ durant l'année 2003 et 2006, provenant d'Oued Boudjemàa. H : Hiver, P : Printemps, E : Eté, A : Automne (Laabed S, Khémar H).

Tableau 08 : Apport journalier en chaque saison (Kg/j) en phosphates par l'oued Boudjemàa en 2003 et 2006 (Laabed S, Khémar H).

Flux (kg/j)	Hiver	Printemps	Eté	Automne
Boudjemàa(2003)	1683	1794	2330	2014
Boudjemàa(2006)	746.5	322.27	321.4	216

CHAPITER IV : L'EFFUENT INDUSTRIEL

Flux des sels nutritifs au littoral

1. Flux de l'azote minéral

1.1. Flux des nitrites (NO_2^-)

Le flux journalier moyen des nitrites transportés à la côte par les effluents industriels reste faibles et ne dépassent pas 62kg.j^{-1} en 2003. En 2006 les valeurs chutent d'avantage et enregistrant moins de 56kg.j^{-1} (**figure 9 et tableau 09**).

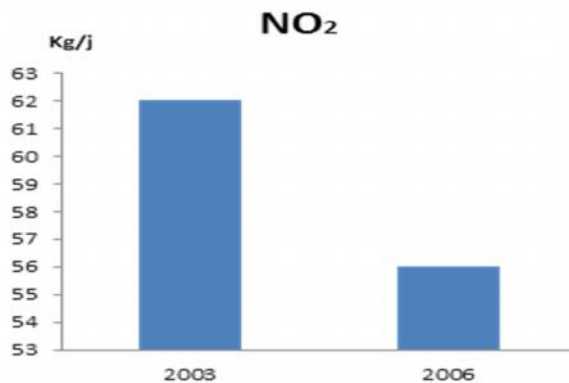


Figure 9 : Flux journalier moyen en (Kg.j^{-1}) des (NO_2^-) transportées à la côte par les effluents industriels 2003 et 2006 (Laabed S ;Saker I).

1.2. Flux des Nitrates (NO_3^-)

Le flux journalier moyen des ions nitrates dû à l'effluent Asmidal est considérable et enregistre un son maximum en 2006 par 350 kg.j^{-1} . Les quantités enregistrées en 2003 restent comparables à celles de 2006, et reflète le rythme d'activité de l'usine ainsi que la quantité introduite au littoral de ces éléments chimiques (**figure 10et tableau 09**).

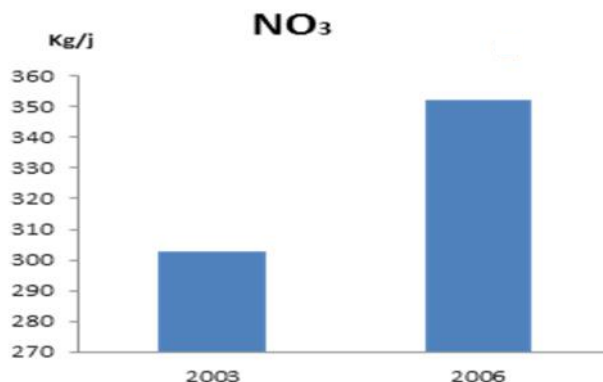


Figure 10 : Flux journalier moyen en (Kg.j^{-1}) des (NO_3^-) transportées à la côte par les effluents industriels 2003 et 2006 (Laabed S ;Saker I).

1.3. Flux de l'ammonium (NH_4^+)

Le rejet industriel d'Asmidal entraîne des quantités alarmantes en ammonium, comparativement aux autres formes de l'azote minéral. Les flux moyens restent comparables entre 2003 avec 2100 kg.j^{-1} et 2006 avec 2200 kg.j^{-1} . Ceci reflète le rythme de production de l'unité Asmidal. (**figure 11 et tableau09**).

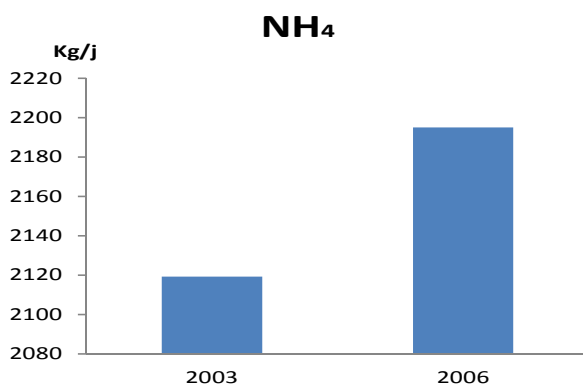


Figure 11 : Flux journalier moyen en (Kg/j) des (NH_4) transportées à la côte par les effluents industriels 2003 et 2006 (Laabed S ;Saker I).

Tableau 09 : Flux journalier moyen en (Kg/j) des sels nutritifs azotés transportés à la cote par les effluents industriels en 2003 et 2006 (Laabed S ;Saker I).

Flux en (kg/j)	Moyenne Annuelle
Industriel (2003)	
NH_4^+	2119.25
NO_2^-	62
NO_3^-	902.75
Industriel (2006)	
NH_4^+	2195
NO_2^-	56
NO_3^-	352

2. Flux des phosphates

Les flux du rejet industriel sont fortement variables en ions phosphates. L'année 2003 enregistre une moyenne annuelle de 1140 kg.j⁻¹ tandis qu'on remarque une baisse allant au 1/3 pour l'année 2006 avec 445 kg.j⁻¹. Cette chute des flux en PO₄ reste négligeable par rapports à la charge restante transmise à la côte adjacente (**figure 12 tableau 10**).

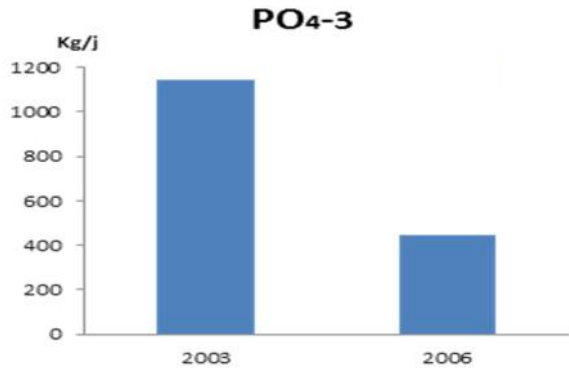


Figure 12 : Flux journalier moyen en (Kg/j) des (PO₄⁻³) transportées à la côte par les effluents industriels 2003 et 2006 (Laabed S ; Saker I).

Flux (kg/j)	Moyenne Annuelle
Industriel (2003)	1140.5
Industriel (2006)	446

Tableau 10 : Flux journalier moyen en (Kg/j) des phosphates transportées à la côte par les effluents industriels en 2003 et 2006 (Laabed S ; Saker I).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette étude est une synthèse des différents travaux faites dans le but la caractérisation chimique des rejets urbains et industriels en termes d'azote et de phosphates se déversant au littoral d'Annaba. Elle tente d'exploiter leurs résultats à fin de mieux comprendre l'évolution du chimisme des différents rejets dans le temps.

L'examen des résultats dans l'effluent urbain montre que la quasi-totalité de l'azote inorganique dissous se présente sous la forme ammoniacal cette prédominance atteste du caractère hautement réducteur des rejets. Les résultats de Laabed (2003) concordent dans une large mesure avec celle du Khemmar (2006). Pour le flux du phosphore les résultats montre qu'une grande quantité de phosphore est transportée à la côte s'évaluent à 684 tonnes par an en (2003) (**Tableau11**), cette quantité est diminuée considérablement en (2006) avec 150 tonnes par an.

Pour l'effluent industriel, l'évolution des concentrations en sels nutritifs dans le temps et dans l'espace reflète nettement le type de production et l'activité de l'usine. Il ressort que les eaux industrielles d'Asmidal sont fortement polluée par l'azote sous forme NH_4 avec 1006 t.an^{-1} et par le PO_4 avec 538 t.an^{-1} Laabed (2003) (**tableau 11**). Il s'agirait de teneurs anormalement élevées pour le milieu récepteur en particulier durant l'été ou la côte tombe en confinement hydrologique par suite du faible courant affectant le littoral en cette période de l'année (Ounissi et al., 1998). Si on compare avec les résultats de Saker (2006)(**tableau 11**), ont aperçoit que les flux moyen annuelle de l'industrie est de 950 t.an^{-1} en azote et 161 t.an^{-1} en phosphore ou les valeurs connaissent une baisse importante en terme de phosphore.

Annaba	Domestique		Industriel	
	Azote (t.an^{-1})	Phosphore (t.an^{-1})	Azote (t.an^{-1})	Phosphore (t.an^{-1})
2003	641	316	1006	538
2006	204	150	950	161

Tableau 11: comparaison des apports annuels moyens d'origine domestique et industriel sur le littoral d'Annaba

Sur un plan écologique, on comprend que les masses de sels nutritifs issus de l'effluent domestique durant 2003, peuvent supporter une production primaire de l'ordre de 86 000 à 292 000 tonnes par an selon l'élément (N ou P), et que les masses de sels nutritifs issus de l'effluent industriel en 2006 peut engendrée une production primaires de l'ordre de 10 000 à 13 000 tonnes par selon l'élément (N ou P).ces estimations supposent que 1g de phosphore (P) génère une production organique équivalente à 82g, et qu' 1g de d'azote produit 11g de matière organique(Aminot et Guillaud J,1991).

D'un autre point de vue environnemental, si on admet que 1g NH_4 produit 0.17 mg de bactérie autotrophe et consomme 4.2 mg d'oxygène (Lesouf et al.,1991), l'ammonium rejeté à la mer en 2003 serait responsable d'une production potentielle bactérienne autotrophe de 0.5 tonne par jour et une consommation de 13 tonnes d' O_2 par jour (Laabed S., 2003). Ces résultats sont très comparables avec celle de 2006, ou l'oxydation l' NH_4 industriel supporte une production bactérienne de 0.4 tonne par jour et une consommation de 13 tonnes d' O_2 (Saker I., 2006).

Enfin, la synergie et la conjugaison de ces matières minéral et organiques auquel s'ajoute les productions potentielles primaires et bactériennes, devront déclencher de graves pollutions et perturbation du littoral récepteur environnementale, devront limiter la pollution du littoral (Saker I., 2006). La réutilisation de ces effluents dans le traitement d'eaux usées urbaines peut être également envisagée khammar(2006).

Ces résultats constituent une première base de données sur les apports chimiques anthropique au littoral. Des études complémentaires devront se poursuivre pour mieux comprendre les caractères, l'usage, et la gestion des eaux industrielles et domestiques.

Références bibliographiques

Auby I., Manaud F., Maurer D., Trut G., 1994. Étude de la prolifération des algues vertes dans le bassin d'Arcachon, 163 p.

Aminot A., Belin C., Chapelle A., Guillaud J.F., Joanny M., Lefebvre A., Ménesguen A., Merceron M., Piriou J.Y., Souchu P., 2001. L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France, Rapport IFREMER, Ed., Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral, 64p.

Fekrache F., 2009. Distribution des sels nutritifs et des matières organiques dans l'embouchure de Oued Seybouse. Mémoire de Magistère, Univ. Annaba. 47p.

Fustec E., Lefebvre J-C. et coll., 2000. fonction et valeurs des zones humides. Série d'environnement. Edit Dunod, Paris, 426p.

Gaujeux D., 1995. La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire. Ed : Lavoisier technique et documentation 218p.

Granéli E., Carlsson P., Turner J.T., Tester P., Bechemin C., Dawson R., Funari E., 1999. Effects of N:P:Si ratios and zooplankton grazing on phytoplankton communities in the northern Adriatic Sea. I. Nutrients, phytoplankton biomass, and polysaccharide production, Aquat. Microb. Ecol. 18, 37-54.

Guillaud J., F., Aminot A., 1991. Devenir des éléments nutritifs en zones littorales. Bendor, 13-15 juin 1990. In : la mer et les rejets urbains. IFREMER. Actes de colloques 11 : 27-34.

Rodier J., et al 1996. L'analyse de l'eau : eau résiduaire, eau naturelle, eau de mer. 8^{ème} Ed. Dunod. Paris.

Ramade F., (1981). Eléments d'écologie : écologie appliquée. 4^{ème} édition, Paris, Ed. Mc Graw Hill, 578 p.

Ounissi M., 2002. Cycle d'azote, cours de 3^{ème} années. Ecologie Marine.

Ounissi M., Fréhi, H. et Khélii-Touhami, M. 1998. Variabilité du zooplancton en situation d'eutrophisation dans un secteur côtier du golfe d'Annaba (Algérie). An. Inst. Océanogr., Paris, 73 (1) : 53-67.

levêque C., 2001. Ecologie de l'écosystème à la biosphère. Masson sciences. Edit, Dunod, Paris, 502p.

Laabed S., 2006. Transport de phosphate et d'azote par les rejets urbains et industriels

au littoral d'Annaba. Mémoire de Magister, université d'Annaba. Algérie, 40p.

Mond J., 1989. Memento technique de l'eau T.1.9^{ème} Edi Degremont, 59.512p.

Margat J., Vallée,D.1999. Ressources en eau et utilisations dans les pays méditerranéens : Repères et statistiques, ed. Plan bleu. 200p.

Margat J., 1992. L'eau dans le bassin méditerranéen: situation et prospective. Les fascicules du Plan Bleu. Supplément. 6. UNEP-RAC/BP, Diffusion Economica, Paris, 188p.

Menesguen A., 1991. Présentation du phénomène d'eutrophisation littorale. Bender, 13-15 juin 1990. In : La mer et les rejets urbains. IFRMER. Actes de colloques 11 : 35-52.

Marchetti R., 1990. Algal blooms and gel production in the Adriatic Sea. Proc. Workshop "Eutrophication-related phenomena in the Adriatic Sea and in other Mediterranean coastal zones", Rep.16, Roma, 28-30 May. Water Poll. Res.: 21-42.

Konovalove S., M. 1995. Anthropogenic impact and ecosystems of the black sea, Bulletin de l'institut oceanographique, Monaco, n° spécial, 15: 53-83.

Khellou M., 2012. Flux de l'azote du phosphore minéraux à l'embouchure d'Oued Sybouse. Mémoire de Magistère ,Univ. Annaba.30p.

Kerr S., R., Ryder R. A., 1992. Effects of cultural eutrophication on coastal marine fisheries: a comparative approach. Actes conférence internationale, Marine coastal eutrophication. Bologna, Italy, 21- 24 March 1990. Journal of Science of the Total Environment, Supp.1992: 599-614.

Khammar H., 2007. Caractères chimiques des effluents urbains introduits au littoral d'Annaba. Mémoire de Magister, Université d'Annaba. 46p.

Pinckney J.,L., Paerl H.W., Haugen E., Tester P.A., 2000. Response of phytoplankton and Pfiesteria-like-dinoflagellate zoospores to nutrient enrichment in the Neuse River Estuary, North Carolina, USA, Mar. Ecol. Prog. Ser. 192, 65–78.

Peuriot R., Meybec M. 1995. limnologie générale , collection écologie-25-Edit, Masson ,940.

Hecky R.,E., Kilham P., 1988. Nutrient limitation of phytoplankton in freshwater and marine environments: a review of recent evidence on the effects of enrichment, Limnol. Oceanogr. 33 796–822.

Caron D.,A., Lim E.L., Sanders R.W., Dennett M.R., Berninger U.G., 2000. Response of bacterioplankton and phytoplankton to organic carbon and inorganic nutrient additions in contrasting oceanic ecosystems, Aquat. Microb. Ecol. 22, 175–184.

Saker I., 2007. Caractères chimiques des effluents industriels directs introduits au littoral d'Annaba. Mémoire de Magister, Univ. Annaba. 38p.

واد بوجمعة يعتبر من الوديان التي تتدفق فيها مياه الصرف الحضري و الصناعي الذي يصب في خليج عنابة ، و هو مسبب حقيقي للمشاكل البيئية ، حيث انه يعتبر مقر حضانة البكتيريا و البعوض ، و إنتاج رائحة سيئة القيود البيئية المختلفة ، إمكانية إدارة معالجة هذه المياه تعتمد على طرق كيميائية و بيوكيميائية للملوثات، في هذا السياق هناك معالجة فيزيوكيميائية ، كيميائية و بيوكيميائية التي أجريت عام 2006 في هذه المحطة ، و التي تخضع لمعالجة مياه الصناعية لمصنع أسميدال الذي يساهم بنسبة كبيرة في التلوث و مياه الصرف الحضري قبل وصولها .

بالنسبة للملوثات الصناعية ، تطور نسبة الأملاح المغذية في الزمن و المكان يعكس بوضوح إنتاج و نشاط المصانع، فمن الواضح أن المياه الصناعية الخاصة بالأسميدال اكبر ملوث يمكن استنتاجه بواسطة الأزوت بالصيغة NH_4 1006 PO_4 538 قدر علم البيئة نسبة الملوثات الأولية و هي (N p 86000 292000 طن ، و أجريت نفس المعالجة البيئية سنة 2006 حيث تناقصت نسبتها إلى 10000 13000 طن ، حيث أنها وضعت فرضية تبدي أن 1 من الفسفور يولد منتج عضوي يعادل 82 1 11 ينتج 13 من البكتيريا ذاتية التغذية ، و من وجهة نظر بيئية توضح أن 1 NH_4 ينتج 0.17 من البكتيريا ذاتية التغذية و تستهلك 4.2 ملغ من الأكسجين ، و حددت أن الألمنيوم الموجود في الواد هو نتيجة البكتيريا ذاتية التغذية الذي قدر ب 0.5 طن في اليوم الذي يقابله استهلاك حوالي 13 طن من الأكسجين من طرف البكتيريا . هذه النتيجة هي عبارة عن مقارنة بين نسبة إنتاج الملوثات التي يحملها واد بوجمعة في سنة 2003 2006 .

الكلمات المفتاحية : التلوث ، الملوثات مياه الصرف الحضري و الفوسفات ، المحيط

Résumé

Oued Boudjemâa est un effluent urbain et industriels la baie Annaba qui coule à ciel ouvert sur la plaine ouest d'Annaba et occasionne de véritables problèmes d'environnement. Il est le siège d'incubation de bactéries, de pontes de moustiques, de production de mauvaises odeurs générant divers contraintes environnementales de type esthétique et sanitaires. Les possibilités de gestion et de traitement de ces eaux usées reposent sur la caractérisation chimique et biochimique de l'effluent. Dans cette ordre d'idée, une étude des paramètres physico-chimiques, chimiques et biochimiques a été menée au cours de l'année 2006 sur deux stations, l'une soumise aux rejets d'Asmidal avant d'aboutir à la mer et l'autre située plus en amont recevant les eaux usées domestiques brutes à partiessentiellement de stations de relevage de la plaine ouest.

Pour l'effluent industriel, l'évolution des concentrations en sels nutritifs dans le temps et dans l'espace reflète nettement le type de production et l'activité de l'usine. Il ressort que les eaux industrielles d'Asmidal sont fortement polluée par l'azote sous forme NH_4 avec 1006 t.an^{-1} et par le PO_4 avec 538 t.an^{-1} en 2003. Sur un plan écologique, on comprend que les masses de sels nutritifs issus de l'effluent domestique durant 2003, peuvent supporter une production primaire de l'ordre de 86 000 à 292 000 tonnes par an selon l'élément (N ou P), et que les masses de sels nutritifs issus de l'effluent industriel en 2006 peut engendrée une production primaires de l'ordre de 10 000 à 13 000 tonnes par selon l'élément (N ou P). ces estimations supposent que 1g de phosphore (P) génère une production organique équivalente à 82g, et qu' 1g de d'azote produit 11g de matière organique est. D'un autre point de vue environnemental, si on admet que 1g NH_4 produit 0.17 mg de bactérie autotrophe et consomme 4.2 mg d'oxygène, l'ammonium rejeté à la mer en 2003 serait responsable d'une production potentielle bactérienne autotrophe de 0.5 tonne par jour et une consommation de 13 tonnes d' O_2 par jour. Ces résultats sont très comparables avec celle de 2006, ou l'oxydation l' NH_4 industriel supporte une production bactérienne de 0.4 tonne par jour et une consommation de 13 tonnes d' O_2 . D'un point de vue flux spécifique, la population d'Annaba libère 5 grammes par habitant par jour et une quantité comparable de phosphore, ce qui représente une pollution excessive en phosphore.

Mots Clés : Pollution, les effluent urbaine industriels, azote, phosphore, environnement.

