

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



Université Abbès Laghrour Khenchela
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département d'Ecologie et Environnement

Réf :

Mémoire de fin d'étude Présenté en
vue de l'obtention du diplôme de Master
Professionnel

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : *Ecologie et environnement*

Spécialité : *Protection et Décontamination des Eaux et Sols Pollués*

Thème

**TRANSFERTS ET GEOCHIMIE DE
L'AZOTE(N), DU PHOSPHORE (P) ET DU
SILICIUM (Si) DU SOUS BASSIN DE
BOUHAMDANE OU LITTORAL**

Présenté par : - M^{elle} Nouar Nawel
- M^{elle} Tout Amina

Soutenu publiquement le : 05 / 06 / 2016

Devant le jury :

Encadreur : Mr Ziouch Omar Ramzi (Maitre de conférence B, Université Abbass Laghrour Khenchela)

Président : Mr Houha Belgacem (Professeur, Université Abbass Laghrour Khenchela)

Examineur : M^{elle} HALIMI SAMIA (Maitre d'assistant A, Université Abbass Laghrour Khenchela)

Juin 2016

Remerciement

*Nous remercions Dieu, le Tout Puissant, le Miséricordieux, qui
Nous a donné l'opportunité de mener à bien ce travail.*

*Nous sommes ravis d'étendre nos sincères remerciements
A l'égard de notre encadreur, Monsieur **Omar Ramzi ZIOUCH**, pour
sa confiance, ses remarques et ses conseils, sa disponibilité et sa
bienveillance, qui n'a ménagé aucun effort pour la bonne réussite de ces
Recherches.*

*Nous exprimons, aussi, toute nos gratitude et nos sincères
Remerciements aux membres du jury de la commission de suivie de ce
Travail notamment, Monsieur **Houha Belgasem** et **Halimi samia**
A tous nos enseignants qui nous ont initiés aux valeurs authentiques, en
Signe de notre profond respect.*

Dédicaces

Grâce à Dieu, le tout puissant, j'ai accompli ce travail dans l'effort et l'abnégation : je dédie cette modeste contribution scientifique.

Aux deux êtres les plus chères au monde, mon père mon idole dans la vis, et

À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre ,,

À cet source de tendresse, de patience et de générosité,,

À ma mère soleil de mes jours.

*À tous mes frères :fouad, Belgacem,miloud, naoui, salah.
à mes chère sœur: wafa, baya,saida.*

*À toute ma famille, et mes amis, surtout merieme,
yassmina, zoulikha, hannen,lamia,sabrina,salwa,
khawla,widad.*

À mon binôme AMINA et toute la famille TOUT.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci

NOUAR NAWEL.



Dédicaces

Grace a Dieu, le tout puissant, j'at. accompli ce travail dans l'effort et l'abnégation :je dédie cette Modest contribution scientifique.

Aux deux êtres les plus chères au monde, mon père mon idole dans la vis, et

A' la plus belle créature que Dieu a créée sur terre,,

A 'cet source de tendresse, de patience et de générosité,,

A 'm'À mère soleil de mes jours.

*Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.
A' tous mes frères : Ammer ,Djamale .*


Et ma chère :K arima ,Saiida ,Hannane ,Rabiiya .

A toute ma famille, et mes amis, surtout :Merieme ,Souhila ,Amira , Hakima ,Zoulikha , Ismahane.

A mon binôme NAWAEL et toute la famille NOUAR.

Et a' tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible , je vous dis merci .

TOUT AMINA



Sommaire:

Introduction	1
2. Chapitre I: Anthropisation des bassins versants et pollution des eaux de surface	5
<i>Sources de pollutions des eaux de surface par les sels nutritifs et les matières organiques</i>	5
2. 1.1. Pollutions par les activités anthropiques (Agricoles et industrielles).....	5
2. 1.2. Les effluents <i>urbains</i>	11
3. Chapitre II: Matériel et méthodes	14
3.1. Présentation de la zone d'étude	14
3.1.1. Les eaux courantes.....	14
3.1.1.1. <i>Définition d'un cours d'eau</i>	14
3.1.1.2. <i>Le bassin versant</i>	14
3.1.1.3. <i>Le bassin versant de la Seybouse</i>	14
3.1.1.3.1. <i>Situation géographique et morphologie</i>	14
3.1.1.3.2. <i>Haute de Seybouse</i>	16
3.1.1.3.2.1. <i>Sous bassin d'Oued Bouhamdane</i>	16
3.1.2. Les eaux stagnantes.....	19
3.2. Oued Seybouse	20
3.3. Echantillonnage et méthodes d'analyse des éléments chimiques	22
3.3.1. Echantillonnage.....	22
3.3.2. Méthodes d'analyse chimique.....	22
3.3.3. Détermination du phosphore organique (POD).....	23
4. Chapitre III: Distribution de l'azote, du phosphore et du silicium dissous dans le Sous bassin Bouhamdane et dans l'embouchure	24
4.1. Variations des teneurs en azote minéral et organique	24
4.1.1. Variations des teneurs de l'azote inorganique dissous (NID).....	24
• <i>L'azote ammoniacal (NH_4^+, NH_3)</i>	24
• <i>Les nitrites (NO_2^-)</i>	24
• <i>Les nitrates (NO_3^-)</i>	25
4.1.2. Distribution de l'azote organique dissous (NOD).....	27
4.2. Variations des teneurs en phosphore minéral et organique	29
4.2.1. Variation des teneurs en phosphore inorganique dissous (PID).....	29
• <i>Les phosphates (PO_4)</i>	29
• <i>Les polyphosphates (P_2O_5)</i>	29

4.2.3. Distribution du phosphore organique dissous (POD).....	31
4.3. Distribution du silicium Si(OH)₄.....	33
5. Conclusion.....	36
7. Références bibliographiques.....	37
6. Résumés.....	41
6.1. Résumé en français.....	41
6.2. Résumé en anglais.....	42
6.3. Résumé en arabe.....	43

Liste des figures :

Figure n°1:	: Carte géographique représente les limites du bassin versant de la Seybouse (SWIM-SM, 2013).....	15
Figure n°2:	Carte représentative les sous-bassins de la Seybouse (ABH, 1999).....	16
Figure n°3:	Carte de situation géographique du bassin versant de l'oued Bouhamdane (A.N.R.H).....	18
Figure n°4:	Photographie du Barrage de Bouhamdane	19
Figure n°5:	Carte géographique qui représente le bassin de Seybouse : Barrage Bouhamdane : Barrage Charef : stations : 1 : Embouchure; 2 : aval barrage bouhamdane, 3 : Amont Barrage bouhamdane.....	21
Figure n°6:	Distribution des teneurs en NID azotes inorganique dissous ($\text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$) dans le sous bassin de Bouhamdane et dans l'embouchure pour la période janvier 2012 –avril 2012.....	26
Figure n°7:	Distribution de la fraction d azote totale dans le sous bassin de Bouhamdane et dans l'embouchure durant la période janvier2012 – avril2012.....	27
Figure n°8:	Distribution des teneurs en azote inorganique dissous NID et en azotes organique dissous NOD dans le bassin de Seybouse pour la période janvier 2012 –avril 2011.....	28
Figure n°9:	Distribution des teneurs en phosphore inorganique et en phosphores total dissous dans le bassin de Seybouse pour la période janvier212–avril 2012.....	32
Figure n°10:	: Distribution de la fraction de phosphore totale dans le bassin de Seybouse durant la période janvier 2012 –avril 2012.	31
Figure n°11:	Distribution des teneurs en phosphores organique dissous (POD) dans le bassin de Seybouse pour la période janvier 2012 –mars 2012.....	32
Figure n°12:	Distribution des teneurs en silicium (SiOH_4) dans le bassin de Seybouse pour la période janvier 2012 – avril 2012.....	34

Liste des Tableaux :

Tableau n°1:	<i>Estimation des prélèvements actuels en eau dans le bassin méditerranéen (Margat, 2004).....</i>	6
Tableau n°2	<i>Estimation des consommations mettes actuelles par secteur dans le bassin méditerranéen (Margat, 2004).....</i>	6
Tableau n°3	<i>Facteur potentiels des pollutions des eaux, dans les pays méditerranéens.....</i>	8
Tableau n°4	<i>Estimation des rejets en eau dans le bassin méditerranéens à l'horizon 2025(PNUE/MAP, 2004).....</i>	9
Tableau n°5	<i>Charge polluant d'origine industriel (UNEP/MAP/MEDPOL/WHO , 2004).....</i>	9
Tableau n°6	<i>Indication des normes d'effluents en usage, dans plusieurs pays (PAM/PNU, 2004).....</i>	10
Tableau n°7	<i>:Décret exécutif n°6- 141 du 20 Robie EL Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. Valeur limites des paramètres des rejets d'effluents liquide industriels (JORA, 2006).</i>	11
Tableau n°8	<i>Masse des MES, des matières organiques et azotées dans les excréments humains (Laak, 1974; seigris et al, 1976).....</i>	12
Tableau n°9	<i>Caractéristiques générales d'une eau réssiduaire urbaine D'après kfi Benyahia(2006).....</i>	13
Tableau n°10	<i>Répartition des sous-bassins de la Seybouse (A .B .H. 1999).....</i>	15
Tableau n°11	<i>Caractéristiques géographiques des stations étudiées. Les stations dénommées de l Embouchure, avale et amont barrage Bouhamdane à l avale et les deux amont de barrage charef (oued Sbihi, Oued Zouabi).....</i>	22
Tableau n°12	<i>Résumé des méthodes d'analyse des éléments chimiques et biochimiques.....</i>	23
Tableau n°13	<i>Les moyennes des sels nutritif, matières organique et leurs rapports durant période de janvier2012 – avril 2012.....</i>	35

L'objective :

D'analyser la qualité des eaux au niveau de barrage bouhamdane et à l'embouchure.

Préciser le rôle du Barrage de Bouhamdane sur la biogéochimie de N, P et Si.

Préciser la contribution des différentes sources de pollution du littoral à la suite des apports urbains, industriels et fluviaux

Introduction

Introduction

La mobilisation des eaux superficielles a été de tous temps une préoccupation pour l'homme. L'eau est un enjeu stratégique central, elle permet le développement de l'industrie et la production énergétique, d'assurer la production agroalimentaire par l'assainissement des terres et l'irrigation approprié et de développer l'aquaculture, etc., auxquels il convient d'ajouter la préservation des écosystèmes naturels.

Dans de nombreuses régions du monde, la quantité d'eau disponible diminue et la qualité se détériore, ainsi, selon le rapport que viennent de publier les Nations Unies à l'occasion de la journée mondiale de l'eau, près de 2 personnes sur 10 sont privées d'eau potable, tandis que 4 sur 10 ne bénéficient pas d'un assainissement de base.

En début de XIX^e siècle, l'humanité prend ainsi petit à petit conscience que les ressources planétaires en eau ne sont pas illimitées. Même des pays traditionnellement sans problème d'eau, se retrouvent de plus en plus souvent dans des conditions de stress hydrique (Office International de l'eau-www.eea.eu).

L'industrie est une activité fortement consommatrice d'eau, soit environ 1200 km³ ou 24 % de la consommation mondiale en 2000 (Office International de l'eau –www.eea.eu). Dans la région méditerranéenne, l'industrie prélève 13 % des 150 milliards de m³ d'eau utilisée dans différents secteurs (Margat, 2004). En Algérie les ressources en eau prélevées en 2000 sont estimées à 6 milliards de m³, dont 800 millions reviennent à l'industrie (FAO, 2015). Selon les estimations de Margat, (2004), la demande en eau pour le secteur industriel s'élève à 3 milliards de m³ en 2025 alors que la ressource étant déjà très limitée à 6 milliards de m³.

À la fin des années 1990, la consommation mondiale en engrais le nombre d'habitats était de 80 millions de tonnes d'engrais azotés, 32 millions de tonnes d'engrais phosphatés et 132 millions de tonnes d'engrais NPK (azote-phosphore-potassium, www.sfc.fr). La consommation mondiale d'engrais chimiques a été multipliée par 16 entre 1946 et 1986 (Ramade, 1989). Actuellement l'agriculture algérienne consomme 100 000 tonnes de fertilisants par an

(Asmidal, 2004b). Les cultures maraichères consomment entre 300-800 kg par hectare de phosphore et entre 200-300 kg par hectare d'azote. Le développement 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 quantité et la qualité des eaux de surface et des eaux marines.

L'Algérie avec centaine des barrages (110), ne mobilise que $4,5.10^9$ m³. Les sédiments y déposés sont évalués à 20 million m³/an de volume perdu. C'est un pays à l'étage climatique semi-aride, voire même aride (200 à 400 mm) et les ressources en eau sont faibles, irrégulières, et localisées dans la bande côtières. En Algérie la population était de 23 millions en 87; et sera de 46 en 2020, soit une consommation en eau potable et industrielle de l'ordre de 5 milliards de m³/an, alors que la mobilisation actuelle est à peine de 2 milliards de m³. Cela signifie qu'il faudra mobiliser dans les 20 ans à venir 3 milliards de m³, sans parler des eaux d'irrigations ni des fuites dans les conduites, soit au total 11 milliards de m³ d'eau, un réel défi à relever mais surtout une stratégie et une politique à définir (Iachekhab El boukhari, 2009).

Le développement raisonné des activités en milieux côtiers et littoraux nécessite une bonne connaissance de la circulation côtière. La justesse et la fiabilité de cette connaissance sont étroitement liées à la masse de données accessibles sur le milieu aquatique et littoral.

En Algérie la recherche des objectifs économique et écologique se justifie d'abord par la méconnaissance de l'état hydrologique des rivières et de leurs répercussions sur l'environnement littoral. De plus, dans les bassins versants, les pratiques agricoles et les activités industrielles ont profondément changé en même temps que la composante démographique s'est accrue rapidement. On comprend que les ressources en eau méditerranéennes sont limitées, fragiles et menacées (Benblidia *et al.*, 1997). Aux pressions quantitatives sur les ressources s'ajoutent les impacts des rejets d'eaux usées urbaines et industrielles (20 Milliards de m³ par an dans le seul bassin méditerranéen, selon les données du Plan Bleu).

L'anthropisation des bassins versants devrait aboutir à des conséquences directes à la fois sur le chimisme des eaux de surface, des flux de matières minérales au littoral et sur le fonctionnement de l'écosystème marin (Ibanez et Prat, 2002).

Aussi la construction et l'usage non coordonné des barrages dans les deux dernières décennies, a largement modifié les pratiques agricoles et par conséquent la qualité chimique des rivières et des milieux côtiers en interaction. De plus, La Seybouse a fait ainsi l'objet de suivi d'études depuis 2003 dont cette étude en constitue une suite logique. Ces études ont permis de préciser la contribution des différentes sources de pollution du littoral à la suite des apports urbains, industriels et fluviaux (Ounissi, 2007, Gouiez, 2006). Il en ressort que la Seybouse représente la principale source de pollution par les sels nutritifs et les matières organiques, entraînant à la mer $0,5 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ par an, décharge à la mer près de 6000 tonnes d'azote et 1100 tonnes de phosphates

La construction de barrages sur le Nil et sur le Danube a eu de graves conséquences sur la géochimie des mers et même sur le bilan hydrologique de la Méditerranée (Humborget *al.*, 1997 ; Milliman, 1997 ; Johnson, 1997).

Sur un autre plan biogéochimique, des scénarios extrêmement alarmants ont été rapportés par Béthoux (1989): Les apports terrestres de phosphore s'ils se poursuivent au la rythme actuel entraineront la consommation totale de l'oxygène des eaux profondes vers la réduction d'oxygène. Si l'on parvenant à stabiliser les apports d'origine terrestre après 2050...

En plus de l'azote et le phosphore il y a le silicium qui est l'élément le plus abondant sur la terre après l'oxygène (Montuelle, 2003). Le silicium dissous dans l'eau de mer est présent sous différentes formes chimiques (acide orthosilicique $\text{Si}(\text{OH})_4$) disponibles pour les diatomées. En effet, le silicium est indispensable à leur croissance et à la division cellulaire (Tréguer et al. 1995).

Si les divers études montrent clairement que les activités terrestres (urbaines, industrielle et agricole), représentent la source principale de pollution en méditerranée, il

reste en revanche beaucoup de méconnaissances concernant la contribution des diverses sources d'apports au littoral (Rivière, industrie, collectivités), le devenir des contaminants et les contraintes qu'ils génèrent.

Le mémoire est assigné en trois chapitres dont le premier décrit les problématiques d'anthropisation des bassins versants et la pollution des eaux de surface, le second expose succinctement le milieu et les méthodes d'échantillonnages et d'analyse chimique. Le troisième chapitre est consacré à l'interprétation des résultats de géochimie de l'azote, du phosphore et du silicium. Le travail se termine par une conclusion.

Chapitre I.

*Anthropisation des bassins versants
et pollution des eaux de surface.*

Chapitre I. Anthropisation des bassins versants et pollution des eaux de surface.

1. Sources de pollutions des eaux de surface par les sels nutritifs et les matières organiques

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.

1.1. Pollutions par les activités anthropiques

Dans la région méditerranéenne, l'industrie prélève 13% des 150 milliards de m³ d'eau utilisée dans différents secteurs (Margat, 2004). En Algérie les ressources en eau prélevées en 2000 sont estimées à 6 milliards de m³, dont 800 millions revient à l'industrie (FAO, 2005), soit 13%. Pourtant la région méditerranéenne ne dispose que de 3% des ressources en eau du

monde, alors qu'elle rassemble 7,3% de l'humanité. D'autre part, on considère qu'environ 60% de la population mondiale pauvre en eau, se concentre dans les seuls pays méditerranéens du Sud et du Proche-Orient (DG Environnement Réf.: www.eea.eu.int). Selon les estimations de (Margat, 2004), la demande en eau pour le secteur industriel s'élève à 3 milliards de m³ en 2025 alors que la ressource étant déjà très limitée à 6 milliards de m³.

La population algérienne est considérée parmi les pays les plus pauvre en eau . Cette pauvreté, justifiée par la rareté s'aggrave avec le besoin croissant d'usage de l'eau dans l'industrie, l'agriculture et les collectivités (Tableau 1). Les modifications des pratiques agricoles, devenues intensives, l'augmentation des forces productives industrielles, la croissance démographique ont fait une pression de prise en eau croissante en particulier pour les collectivités locales méditerranéennes (Tableau 1).

Tableau 1 : Estimation des prélèvements actuels en eau dans le bassin méditerranéen (Margat, 2004).

Sous-région	Collectivités (km ³ /an)	Agriculture (km ³ /an)	Industries (km ³ /an)	Centrales thermiques (km ³ /an)	Total (km ³ /an)
Nord	10	29,6	10,4	21,6	71,6
Est	3,1	10,1	1,2	0,0	14,4
Sud	3,4	54,1	8,0	0,2	65,7
Ensemble	16,5	93,8	19,6	21,8	151,7
Pourcentage	10,9	61,8	12,9	14,4	100

Les consommations nettes actuelles dans le bassin méditerranéen, estimées grossièrement sur cette base en y incorporant quelques chiffreages de source nationale meilleure, seraient de l'ordre de 80 milliards de m³/an, dont 1/3 au Nord et plus de la moitié au Sud (Tableau 2). Près de 95 % sont imputables à l'irrigation.

Tableau 2 : Estimation des consommations nettes actuelles par secteur dans le bassin méditerranéen (Margat, 2004).

	Collectivités		Agriculture		Industries		Centrales thermiques		Total (base100km ³ /an)
	(km ³ /an)	%	(km ³ /an)	%	(km ³ /an)	%	(km ³ /an)	%	
Nord	1,45	5,6	23,47	91,1	0,51	2	0,32	1,2	25,75
Est	0,46	5,3	8,17	94,1	0,05	0,6	0	0	8,68
Sud	1,08	2,4	44,14	96,7	0,42	0,9	0	0	45,64
ensemble	2,99	3,7	75,78	94,6	0,98	1,2	0,32	0,4	80,07

La part des industries dans les demandes en eau n'en est pas moins relativement mineure dans la plupart des pays avec un maximum de 10% en Algérie. Enfin ce sont celles qui se prêtent le mieux au recyclage. Le rapport du PNUE/MAP (2004) indique que l'Algérie aura besoin en 2025 de 3,4 – 4,9 km³/an pour l'irrigation, 3,3 km³/an pour les collectivités et l'industrie avec une consommation totale de 7-8 km³/an.

L'industrie chimique est l'un des secteurs les plus consommateurs d'eau en particulier pour la fabrication d'engrais chimiques à usage agricole. Le complexe d'Asmidal d'Annaba, par exemple utilise quotidiennement plus d'un Million de m³ d'eau (Fertial, com. pers. 2007). Globalement, l'industrie des engrais produit quelques 360 millions de produits fertilisants, équivalents à près de 140 Millions de tonnes d'éléments nutritifs qui sont utilisés dans plus d'une centaine de pays essentiellement à des fins agricoles. Ces 140 Millions de tonnes d'éléments nutritifs sont appliqués sur environ 80% des terres arables mondiales, représentant plus de 1,4 milliards d'hectares (Prud'homme, 2001).

En Algérie, le groupe ASMIDAL est spécialisé dans la production, la commercialisation et le développement des engrais, de l'ammoniac et dérivés. Le groupe (ASMIDAL, 2004) dispose de capacités de production annuelles de:

- 1 million de tonnes d'ammoniac
- 825 000 tonnes d'ammonitrates
- 800 000 tonnes d'engrais phosphatés (toutes formules confondues).

En 30 ans, le groupe ASMIDAL a développé une gamme d'engrais assez large et relativement adaptée aux besoins de l'agriculture. Le prix moyen du kg d'engrais est d'environ 30DA.

Pour les engrais azotés, Asmidal fabrique les composés : l'Ammoniac (NH₃), l'urée : CO (NH₂)₂ et le nitrate d'ammonium (NH₄NO₃).

Pour la fabrication des engrais phosphorés : les polyphosphates P₂O₅ et le phosphate d'ammonium (NH₄)₂HPO₄.

Si l'on se réfère aux données de Margat (2004), on s'aperçoit que la pollution des eaux méditerranéennes est due dans une large mesure aux engrais et aux effluents industriels et urbains. Le tableau 3 illustre ces pollutions potentielles et situe les volumes et les masses d'effluents et de fertilisants utilisés dans les pays méditerranéens. L'Algérie se situe parmi les

pays moyennement pollueurs dans les années 1990, consommant environ 100 milles tonnes d'engrais et libère près 800 Km³ d'eaux usées.

Les rejets urbains et industriels estimés pour l'horizon 2025 (PNUE/MAP, 2004) représentent des volumes d'eaux énormes de l'ordre de 70 km³/an dont 70% retournent aux eaux continentales (Tableau 4). Parmi ces rejets, l'Algérie en rejette 2,6 km³/an, ce qui représente 4% de l'apport total.

Tableau 3 : Facteurs potentiels de pollution des eaux dans les pays méditerranéens.

Pays et territoires	Production d'eaux usées urbaines et industrielles rejetées dans les eaux continentales (plus ou moins épurées ou non)		Quantité d'eaux usées urbaines non collectées ni épurées estimée d'après le % de population non raccordée (sauf d)		Quantité de fertilisants utilisés en 1998 Source : FAO
	date	hm ³ /an	date	hm ³ /an	1000 t/an
Espagne	97	3 220	97	2 040	2 107
France	94	5 300	97	1 660	4 831
Italie	93	7 700	91	2 640	1 742
Croatie	96	200	89	225	203
Bosnie-Herzégovine	95	~ 350			31
Serbie-Monténégro	95	5 500			190
Albanie	95	~ 300			25
Grèce	90	~ 100	97	490	486
Turquie	97	5 500	97	4 200	2 181
Syrie	93	~ 650	90	~ 230	329
Liban	94	15		~ 30	60,5
Egypte	95/96	10 700		3 630	1113
Libye		ε	95	115	50
Tunisie	96	50	97	65	121
Algérie	90	800	90	~ 600	96
Maroc	94	~ 400		~ 750	360

Tableau 4 : Estimation des rejets en eau dans le bassin méditerranéen à l'horizon 2025 (PNUE/MAP, 2004).

Pays et territoires	Rejets urbains et industriels	Retours d'eau aux eaux continentales
	(km ³ /an)	issus de ces rejets (km ³ /an)
Espagne	6,16	3,8
France	7,6	5,2
Italie	8,3	4,3
Croatie	0,86	0,76
Bosnie-Herzégovine	0,34	0,34
Serbie-Monténégro	4,23	4,13
Albanie	0,65	0,55
Grèce	0,79	0,3
Turquie	10,8	7,3
Syrie	1,67	0,67
Liban	0,47	0,22
Egypte	16,6	~ 15
Libye	1,27	0,1
Tunisie	0,5	0,2
Algérie	2,6	0,8
Maroc	1,6	~ 0,8
Total	67	47

Ces rejets véhiculent d'énormes masses de matières polluantes comme le montre le tableau 5. La demande biologique en oxygène (DBO) représente la forme dominante de ces polluants industriels (14%), vient ensuite les rejets en azote qui s'élèvent jusqu'à 25 milles tonnes par an, représentant 2,5% du rejet total.

Tableau 5 : Charge polluante d'origine industrielle (UNEP/MAP/MED POL/WHO, 2004).

Polluant	Charge totale (t/an)	Eaux usées industrielles (t/an)	Fraction industrielle (%)
Volume	430×10^9	6×10^3	1,4
DBO	$2\,900 \times 10^3$	409×10^3	14
Phosphore	360×10^3	5×10^3	1,4
Azote	$1\,000 \times 10^3$	25×10^3	2,5
MES	350×10^6	$2,8 \times 10^6$	0,8

L'ensemble de ces polluants entraînés aux eaux continentales ou marines occasionnent de graves problèmes d'environnement : eutrophisation, hypoxie, réduction de la biodiversité, des stocks de pêches, dégradation de la qualité de l'eau, déséquilibre des écosystèmes (Guillaud et Aminot, 1991, Ounissi et al., 1999, Menesguen, 1991). Les statistiques montrent que les rejets de phosphates dans les eaux françaises sont estimés à 1,2 Million t/an dont 40 000 t/an proviennent de l'industrie, ce qui représente 50% des rejets domestiques et environ le 1/3 des apports agricoles. Le métabolisme humain ne libère que 1,5g de phosphore par jour. Si les estuaires, les mers fermées et les bassins marins aux échanges d'eau restreints ont été les premiers atteints, cependant, comme l'ont signalé maints auteurs (Gray et Paasche, 1984;

Rosenberg 1985; Okaichi et al., 1987; Forsberg, 1991; Dederen, 1992; Vollenweider, 1992), l'eutrophisation marine côtière a gagné en intensité dans de nombreuses parties du monde. L'eutrophisation en Méditerranée (Unesco, 1988; Stirn, 1993) s'insère dans cette évolution planétaire du problème.

Pour réduire l'effet de la pollution industrielle, il est proposé un certain nombre de mesure dans les pratiques industrielles et dans la gestion des effluents. Conformément à une définition fournie par le Centre d'activités régionales pour la production propre (CAR/PP) du PAM/PNU, la production plus propre est l'application continue d'une stratégie de prévention environnementale intégrée à des procédés, produits et services dans le but de réduire les risques pour l'homme et l'environnement, d'accroître la compétitivité des entreprises et de garantir leur viabilité économique. Parmi les exemples de technologies propres appliqués avec succès, on citera la substitution de substances et l'efficacité accrue des produits chimiques utilisés. On entend par technologies propres les changements de procédés habituellement applicables pour réduire au minimum la consommation d'eau et la génération d'eaux résiduaires.

Outre les mesures de gestion des rejets liquides industriels, des dispositifs réglementaires ont été mis en œuvre fixant les normes de rejets (Tableaux 6 et 7).

Tableau 6 : Indication des normes d'effluents en usage dans plusieurs pays (PAM/PNU, 2004). 1 : Rejets dans la mer, 2 : Normes pas encore adoptées (projet de réglementation seulement), 3 : Classe IV, 4 : Classe IV, 5 : Limites disponibles pour des composés azotés particuliers - nitrites (0,5), ammoniac (0,5), nitrates (15).

Paramètre	Limite d'émission pour le rejet dans les eaux de surface en milligrammes par litre (mg/l)										
	Turquie	Égypte	Italie	B&H	Algérie	Croatie	Maroc	Malte	Chypre	Tunisie	France
BOD ₅	50	60	40	20 ³	40	40 ⁴	100	300-350	10	30	25
COD	180	100	160	40	120	200	500	600	30	90	125
TSS	60	60	80	100	30	50	50	500	10	30	35
Azote total	20	40	NH4:15 NO2:20 NO3:20	5	40	25	30	100	10	30	12
Phosphore total	2	5	10		-	4	10	-	2	0,1	2

Tableau 7 : Décret exécutif n°06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. Valeur limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels (JORA, 2006).

NA	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercuré total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

1.2. Les effluents urbains

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).

Les eaux usées domestiques sont composés d'apports physiologiques, d'apports divers (eaux vannes de toilettes, déchets solides rejetés dans les toilette), et d'eaux à usages domestiques (de lavabo, de bain et de douche, de lave vaisselle). Les apports physiologiques

sont essentiellement les matières fécales et les urines humaines. Environ 30- 45 kg de matières fécales humides sont produites par personne et par année, soit 10-15 kg de matières sèches fécales (Lentner et al. 1981).

Selon Kafi-Benyahia. (2006), la production journalière moyenne par habitant d'urine et de matières fécales est respectivement de l'ordre de 1 060 ml hab.xj-1 et 112 g hab.xj-1. D'autre part, Almeida et al. (1999) donnent les masses de matières en suspension, de matières organiques et azotées pour 1ml d'urine et 1g de matière fécale (Tableau 8) (Laak, 1974, Seigrist et al. 1976). On peut remarquer par ailleurs que l'urine constitue une source principale de matières azotées.

Tableau 8 : Masse des MES, de matières organiques et azotées dans les excréments humains (Laak, 1974 ; Seigrist et al., 1976).

Mg	1 g de matière fécale	1 ml d'urine
MES	208	21
DCO	287	17,5
N- NH ₃	1,5	2,49
N- NO ₃	0,03	0,012

Ces résultats indiquent une production individuelle allant de 84 à 117 l hab.xj-1. Selon le type d'usage, les toilettes contribuent également fortement à l'apport en eaux usées, suivies des bains et des douches. La production en eau usée par type d'usage domestique est présentée dans le tableau 9. Les charges polluantes en MES, en matières oxydables et azotées dans les eaux domestiques diffèrent en fonction du type d'usage (eaux de vannes, eaux de cuisine) (Blanic et al., 1989).

Un habitant en tant qu'individu génère chaque jour une certaine quantité de pollution domestique. C'est pourquoi il est défini la notion d'équivalent-habitant qui correspond en moyenne à 166 grammes par jour et par habitant de substances polluantes (Barroin, 1991) réparties en : 57 g. j-1 de matières oxydables, 90 g. j-1 de matières en suspensions, 15 g. j-1 de matières azotées, 04 g. j-1 de matières phosphatées.

Tableau 9 : Caractéristiques générales d'une eau résiduaire urbaine D'après Kafi-Benyahia (2006).

Paramètres	Concentration moyenne (mg. l ⁻¹)	Quantité journalière rejetée par habitant (g)
MES	300 - 600	130
MVS	120 - 400	100
DBO ₅	100 - 500	80
DCO	200 - 1200	200
COT	50 - 300	40
Azote total (N)	50 -100	15
Phosphore total (P)	10	5

Chapitre II

Materiels et méthodes

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Présentation de la zone d'étude :

1.1. Les eaux courantes :

1.1.1. Définition d'un cours d'eau :

Les cours d'eau, de par leur aspect dynamique, constituent le principal vecteur de transport de l'eau liquide de la terre vers les océans. En effet, ils permettent aussi de stocker de l'eau de manière temporaire (Musy et Higy, 2004).

1.1.2. Le bassin versant :

Le bassin versant est une unité géographique définie à partir d'une section droite d'un cours d'eau et qui comprend toute la surface en amont de cette section de telle sorte que toute l'eau qui arrive sur cette surface transite, du moins en théorie, par cette section droite (Musy et Higy, 2004).

1.1.3. Le bassin versant de la Seybouse :

1.1.3.1. Situation géographique et morphologie :

Le bassin versant de la Seybouse situé dans la région Nord-Est de l'Algérie, est l'un des plus grands bassins hydrographiques du pays, il couvre une superficie totale d'environ 6471 km² (Kirati et Brahmia, 2006). Avec une longueur de 240 Km, il couvre 68 communes dans sept wilayas: Annaba, Tarf, Skikda, Constantine, Oum El Bouaghi, Guelma et Souk Ahras (figure 1).

Au niveau du bassin versant de la Seybouse (figure 2), le territoire est ainsi divisé en trois terrasses physiographiques bien distinctes:

- La Haute-Seybouse, qui comprend les Sous-Bassins appelés Oued Cherf amont et Oued Cherf aval et Oued Bouhamdane.
- La Moyenne- Seybouse, qui couvre le Sous Bassins: Oued Seybouse (moyenne de seybouse).
- La Basse-Seybouse, qui comprend les Sous-Bassins appelés Oued Seybouse et Oued Mellah (Tableau 10).

Tableau 10: Répartition des sous-bassins de la Seybouse (A .B .H. 1999).

Longueur (Km)	Nom	Superficie (Km ²)	Sous bassin (code)
25	Oued Cherf amont	1739	14-01
32	Oued Cherf aval	1193	14-02
32	Oued Bouhamdane	1108	14-03
50	Oued Seybouse (moyenne Seybouse)	817	14-04
36	Oued Seybouse	552	14-05
65	Oued Mellah	1066	14-06
240	Oued Seybouse (Seybouse Maritime)	6475	Total

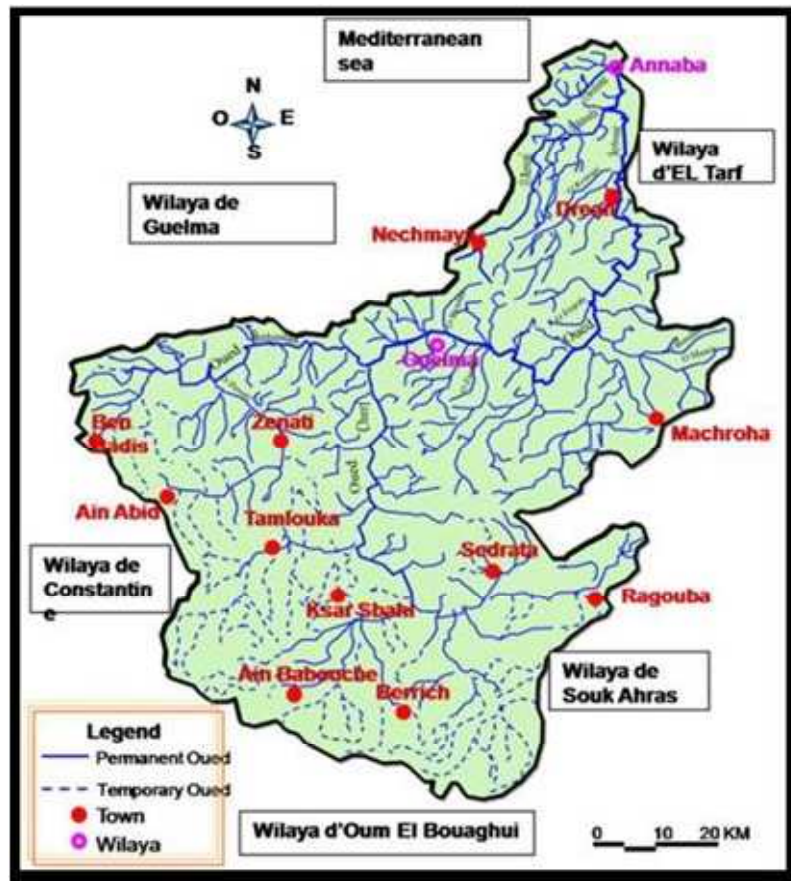


Figure 1 : Carte géographique représente les limites du bassin versant de la Seybouse (SWIM-SM, 2013)



Figure 2: Carte représentative des sous-bassins de la Seybouse (ABH, 1999).

1.1.3.2. Haute de Seybouse :

1.1.3.2.1. Sous bassin d'Oued Bouhamdane :

a- Situation géographique : Le bassin versant de l'oued Bouhamdane est situé au Nord-est de l'Algérie occupant la partie Ouest de la wilaya de Guelma, fait partie du grand bassin versant de la Seybouse. Il est drainé par l'oued Bouhamdane et ses affluents (Carte 3). Le bassin d'Oued Bouhamdane (14-03) englobe une superficie de 1136 Km² ; il est traversé par Oued Bouhamdane dont la longueur est estimée à 37.49 km. On peut le diviser en trois sous bassins: Le sous bassin de Oued Zenati; le

CHAPITRE II : Matériel et méthodes

sous bassin de Oued Sabath et le sous bassin de l'Oued Bouhamdane élémentaire. Oued Bouhamdane est l'affluent le plus important après le Cherf dans la Seybouse, il est né dans les hautes plaines semi-arides, sur le revers méridional de l'Atlas Tellien, sa naissance dans un milieu semi-aride, atlasique d'influences montagnardes, il résulte de la jonction de deux cours d'eau importants: Oued Sabath et Oued Zenati, et reçoit dans sa rive gauche Oued El Hamira (Benchaïba, 2006). Il est limité par les bassins versants:

A nord, par les domaines cotis constantinois

Au, Sud et sud-ouest par le bassin de oued cherf

A l'Est par geulma

A l'ouest par constantine (manssouri 2009)

b- Le réseau hydrographique : Le réseau hydrographique se définit comme l'ensemble des cours d'eau naturels permanents ou temporaires, par lesquels s'écoulent toutes les eaux de ruissellement et converge vers un seul point de vidange du bassin versant (exutoire). L'oued Bouhamdane résulte de la jonction de deux cours d'eau importants: l'oued Sabath et l'oued Zenati, drainant respectivement une superficie de 296.09 Km² et de 592.15 Km² et dont la confluence donne naissance à l'oued Bouhamdane qui reçoit dans sa rive gauche oued El Hamira (Mansouri, 2009).

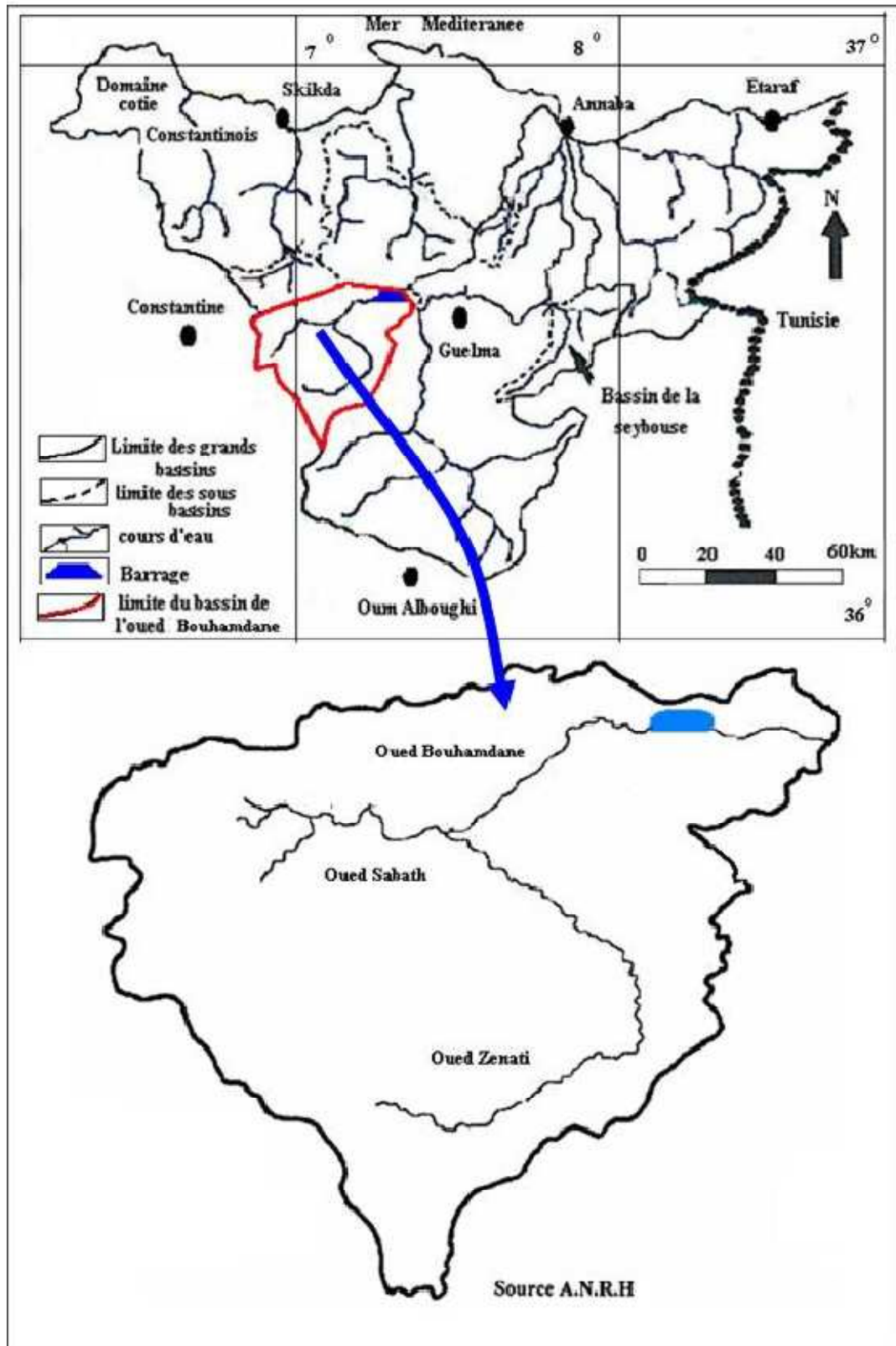


Figure 3: Carte de situation géographique du bassin versant de l'oued Bouhamdane (A.N.R.H).

1.2. Les eaux stagnantes :

1.2.1. Définition des eaux stagnantes naturelles : Les eaux stagnantes ou eaux dormantes sont, en écologie et en hydrologie, des étendues d'eau douce où l'eau ne circule pas ou très peu, flaques, trous d'eau, petites mares, des chenaux ou petits bras morts fermés... et plus rarement les étangs, lacs, marais avec eau libre qui sont généralement animés de courants créés par le vent (Mansouri, 2009).

1.2.2. Définition des eaux stagnantes artificielles (barrage) : Un barrage est un ouvrage d'art construit en travers d'un cours d'eau et destiné à réguler le débit du cours d'eau et/ou à en stocker l'eau pour différents usages tels que : contrôle des crues, irrigation, industries, hydroélectricité, pisciculture, réserve d'eau potable.... (Mansouri, 2009).

1.2.3. Cas de barrage Hammam Debagh : Le barrage construit sur l'oued Bouhamdane, il construit une réserve d'eau importante pour satisfaire les besoins en eau potable, et pour l'irrigation dans la région. Cet ouvrage, a pour objectif essentiellement la régularisation des apports en vue de satisfaire les besoins pour l'irrigation du périmètre de Guelma- Bouchagouf. Il à une superficie de plus de 9000 hectares, le barrage de Hammam Debagh permet de combler le déficit en eau potable et industrielle des organismes urbains de la wilaya de Guelma (Mansouri, 2009).



Figure 4 : Photographie du Barrage de Bouhamdane

1.2.3.1. La situation géographique de barrage : Le barrage implanté à 3km à l'amont de la localité de Hammam Debagh, sur l'oued Bouhamdane. Tire son nom de la zone des sources thermales. L'eau des sources vient des grandes profondeurs avec un débit total de 80-100 l/s (Meziane, 2009).

1.2.3.2. Géologie du barrage : l'étude de La région de Hammam Debagh est formée de nappe à substratum de calcaires. Le quel ont été charriées les nappes dites telliennes, constituées de marnes noires ou grises. De plus se autre nappe, dite du Flysch crétaqué composée de schistes noirs et de Puissants bancs degrés. Le site du barrage correspond à un lambeau de la nappe du flysch crétaqué, a lorsque la cuvette se développe dans sa quasi-totalité dans les marnes telliennes et le Crétaqué autochtone. D'importantes terrasses réparties en plusieurs niveaux recouvrent le substratum, aussi bien en amont qu'en aval du site (Mansouri, 2009). Tableau 2: Fiche technique du barrage Hammam Debagh (Mansouri, 2009).

2. Oued Seybouse

La bassin Seybouse et un bassin versant très vaste de 6500 km² (ABH, 2002) hébergeant environ 1,6 Millions d'habitants, second oued en Algérie (Figure 1. 2). Il traverse 6 wilaya de l Est Algérienne et contient 5 Barrages, les deux grand barrages sont Bouhamdane et barrage El Charef d'une capacité un peu près de 400 Millions m³ et 64 retenues collinaires (7,5 Millions m³). Sur ce bassin versant s'exercent d'importantes activités agricoles (céréales et cultures maraîchères) et industrielles intenses (plus de 70 usines dont les plus importantes se regroupent sur la Seybouse maritime surtout wilaya d Annaba).

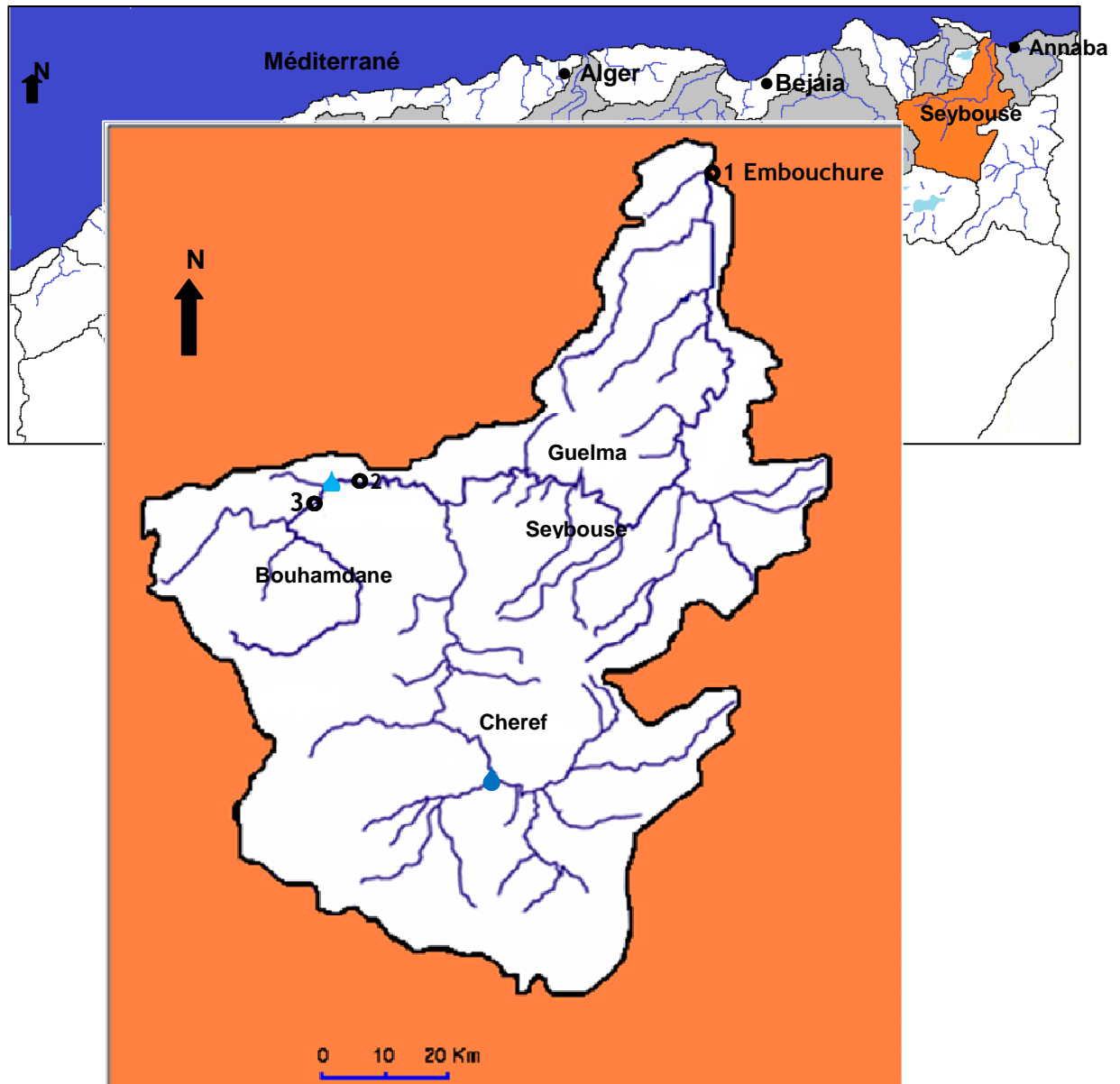


Figure 5 : Carte géographique qui représente les stations de prélèvements le bassin de Seybouse : Barrage Bouhamdane : Barrage Cheref : stations 1 Embouchure ; 2 : aval barrage bouhamdane, 3 : Amont Barrage bouhamdane.

Selon ABH (2010) le réseau d'assainissement est de 1400 Km avec un taux de raccordement de 80%. Le débit est très variable selon la pluviométrie de l'année. La pluviométrie reçue par le bassin versant durant la période d'étude d'hiver atteint 600 mm selon les sous-bassins. En mai 2002 le débit s'est abaissé jusqu'à $5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Ounissi com. Pers.). Les données de débit permettent de retenir un débit moyen des

CHAPITRE II : Matériel et méthodes

quatre mois d'étude $108 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, ce qui correspond à un flux de l'ordre de 1325 millions $\text{m}^3 \cdot 4 \text{ mois}$.

Les débits de la Seybouse ont été relevés plusieurs fois dans la période d'étude, des prospections bimensuelles ont été également effectuées et le débit étant approximé. Les valeurs de débits entre $(30 \text{ à } 500) \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ donnent de façon approximative l'intervalle de variation de ce dernier qui est très variable selon les conditions météorologiques. Les eaux de l'oued recèlent un mélange d'apports pluviométriques, domestiques, industriels et agricoles.

3. Echantillonnage et méthodes d'analyse des éléments chimiques

3.1. Echantillonnage

L'échantillonnage a été effectué au cours de la période décembre 2012 à mars 2012 dans 6 stations (Tableau 1 et figure 1).

Tableau 1 : Caractéristiques géographiques des stations étudiées. Les stations dénommées de l'Embouchure, avale et amont barrage Bouhamdane à l'aval et les deux amont de barrage charef (oued Sbihi, Oued Zouabi).

Station	Position géographique Latitude/longitude	Distance à l'embouchure (Km)	Altitude (m)
1	N36°51'46.21" E 07°46'04.20"	0	2
2	N36°26'35.92" E 07°18'37.82"	64	405
3	N36°27'59.70" E 07°15'47.35"	71	400

Les prélèvements ont été effectués deux fois par mois du Janvier 2012 à Avril 2012. Les programmes de surveillance de l'environnement suggèrent en effet un contrôle bimensuel des eaux pour obtenir des données statistiquement exploitables en particulier lors des traitements de séries temporelles.

2.2. Méthodes d'analyse chimique

Les relevés de température ($^{\circ}\text{C}$) et de salinité (Practical Salinity Unit ou P.S.U.) ont été effectués à l'aide d'un multiparamètre wtw 197i. Les méthodes d'analyses

CHAPITRE II : Matériel et méthodes

chimiques sont succinctement résumées dans le tableau 2. Les teneurs en sels nutritifs et en matières organiques sont exprimées en micromole par litre ($\mu\text{mole. l}^{-1}$) ou μM .

Tableau 11: Résumé des méthodes d'analyse des éléments chimiques et biochimiques

Eléments	Méthodes	Références
Azote ammoniacal ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$)	Dosage spectrophotométrique ($\lambda = 630 \text{ nm}$)	Parsons <i>et al.</i> (1989)
Nitrates (NO_3^-)	Dosage spectrophométrique ($\lambda = 543 \text{ nm}$)	Parsons <i>et al.</i> (1989)
Nitrites (NO_2^-)	Réduction des nitrates en nitrites et dosage spectrophotométrique des nitrites ($\lambda = 543 \text{ nm}$)	Parsons <i>et al.</i> (1989)
Azote Organique Dissous (NOD)	Minéralisation en milieu basique et dosage indirecte de l'équivalent en nitrates Dosage spectrophotométrique : ($\lambda = 543 \text{ nm}$)	Parsons <i>et al.</i> (1989)
Phosphate (PO_4^{3-})	Dosage spectrophotométrique : ($\lambda = 885 \text{ nm}$)	Aminot et Chaussepied (1983)
Polyphosphates (P_2O_5)	Dosage spectrophotométrique : ($\lambda = 885 \text{ nm}$)	Rodier, 1984
Phosphore total dissous (PTD)	Dosage spectrophotométrique : ($\lambda = 885 \text{ nm}$)	Rodier, 1984
Orthosilicates	Dosage spectrophotométrique : ($\lambda = 810 \text{ nm}$)	Aminot et Chaussepied (1983)

Détermination du phosphore organique (POD)

Les composés phosphorés d'origine organique dans l'échantillon total et dans la phase soluble sont obtenus par différence entre le phosphore total et la somme du phosphore des orthophosphates et des polyphosphates :

$$\text{POD} = \text{Pt} - (\text{PO}_4 + \text{P}_2\text{O}_5)$$

Chapitre III

Distribution de N, P et Si

1. Variations des teneurs en azote minéral et organique

1.1 Variations des teneurs de l'azote inorganique dissous (NID)

- **L'azote ammoniacal (NH_4^+ - NH_3).**

Les teneurs en azote ammoniacal fluctuent fortement tout au long de notre période d'étude présentant une moyenne de 30 μM . Avec une moyenne très élevée à l'embouchure (35 μM), ce qui représente le quadruple des valeurs de l'aval barrage Bouhamdane (tableau 13 figure 6). Seybouse apparaît plus chargé en ammonium bien que l'aval du Barrage Bouhamdane est moins chargé que l'amont en raison de la rétention de cet élément au niveau du barrage. En général sur l'ensemble du bassin, l'azote ammoniacal constitue la forme 35% de l'azote dissous (figure 7).

Il s'agit d'une forte pollution par cet élément d'azote réduit puisque la valeur norme pour les eaux de surface n'est que de 3,42 μM . Les concentrations les plus faibles se rencontrent en aval barrage Bouhamdane (0,3 μM) en mars et le maximum en janvier et 96 μM à son amont (figure 6 et tableau 13).

- **Les nitrites (NO_2^-)**

Les ions nitrites constituent une forme transitoire de l'azote minéral dissous, passant en grande partie sous forme d'ammonium dans les conditions d'hypoxie et se transforment inversement en nitrate lorsque le milieu s'enrichit en oxygène. Il s'agit donc d'un stock convertible ou réserve potentielle surtout à un taux de pluviométrie élevés.

L'azote nitreux est toujours remarquablement abondant dans les eaux de Seybouse où la moyenne de l'ordre de 2,5 μM , l'amont du barrage est 4 fois plus chargé en nitrites que l'aval du barrage Bouhamdane (figure 6 et tableau 13). L'azote nitreux qui constitue la forme azotée minoritaire de la forme totale avec une fraction de 5% (figure 7). Cet élément peut donc être toxique à ces concentrations exagérées (la moyenne à l'embouchure de 4,5 μM) dépassant largement la valeur norme (1,84 μM). On peut comprendre que le littoral récepteur devrait recevoir d'énormes masses de nitrites ayant pour effet une toxicité pour la faune, si ce stock n'était pas converti en nitrate.

- **Les nitrates (NO_3^-).**

En règle générale, les nitrates caractérisent les eaux dulçaquicoles où cet élément constitue l'essentiel du stock de l'azote inorganique dissous. Les influences anthropiques modifient cependant l'importance de l'azote oxydé en particulier les eaux domestiques fortement enrichies en ammonium. Les eaux hautement concentrées en nitrates de 52% de la fraction totale d'azote comme le montre la figure 7.

La moyenne pour la période d'étude à la partie d'oued Seybouse est de $34\mu\text{M}$. La moyenne à l'embouchure et en double à l'aval du barrage d'une valeur de $41,2\mu\text{M}$. La moyenne de l'amont barrage Bouhamdane est très élevée de son aval, les concentrations fluctuent entre 1 et $70\mu\text{M}$ (figure 6, tableau 13).

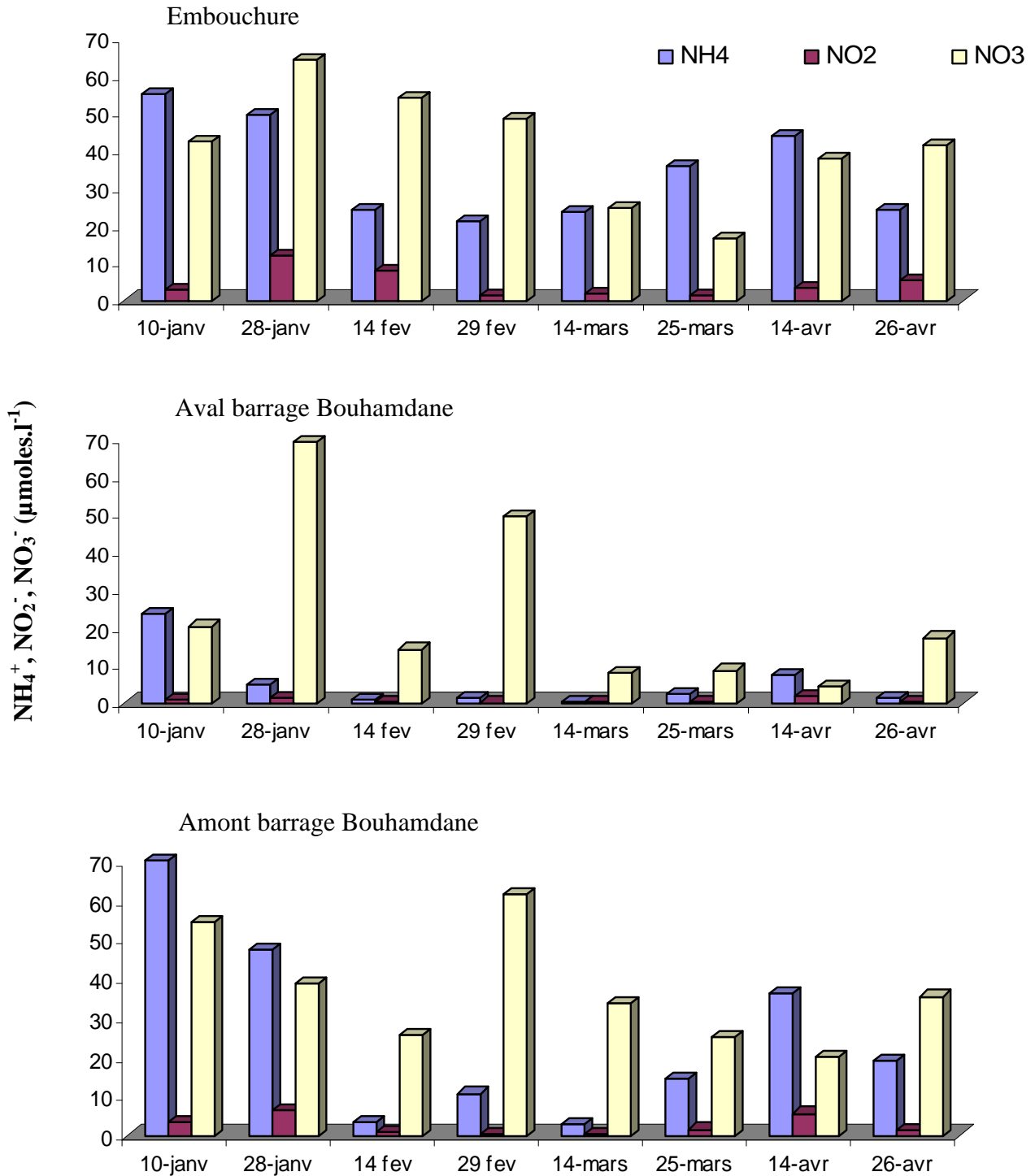


Figure 6: Distribution des teneurs en NID azotes inorganique dissous ($NH_4^+ + NO_3^- + NO_2^-$) dans le sous bassin de Bouhamdane et dans l'embouchure pour la période janvier 2012 –avril 2012.

1.2 Distribution de l'azote organique dissous (NOD)

Les concentrations en matière organique dissoute sous forme d'azote organique (NOD) varient faiblement tout au long de la période d'études avec des valeurs élevées (Figure 8, tableau 13). La valeur moyenne durant (janvier à avril 2012) s'élève en effet à 6,4 μM , bien que la moyenne de l'embouchure atteigne 11,4 μM . La concentration minimale (0,2 μM) est rencontrée au niveau de l'amont barrage Bouhamdane et le maximum atteint 12,6 μM à l'aval barrage bouhamdane. On peut constater que globalement les teneurs en NOD évoluent parallèlement au NID, ce qui suppose que le NOD soit une partie d'origine particulaire phytoplactonique. Le NOD représente une fraction de 8% de l'azote dissous (Figure 7).

On peut constater que le rapport NOD/NID est très faible de l'ordre de 0,1 autrement dit une mole de matière minérale produit une mole de matière organique. Il s'agit ici d'un équilibre endogène de la matière primaire minérale au littoral récepteur de l'excédent minéral (NID).

La distribution de l'azote total montre que $\text{NTD} = \text{NOD} + \text{NID}$.

La fraction minérale est dominante par rapport à la fraction organique et les nitrates restent majoritaires à 52%.

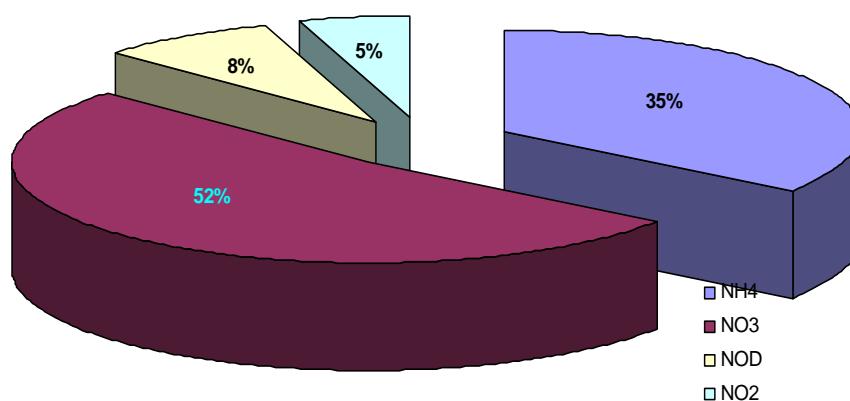


Figure 7 : Distribution de la fraction d'azote totale dans le sous bassin de Bouhamdane et dans l'embouchure durant la période janvier 2012 – avril 2012.

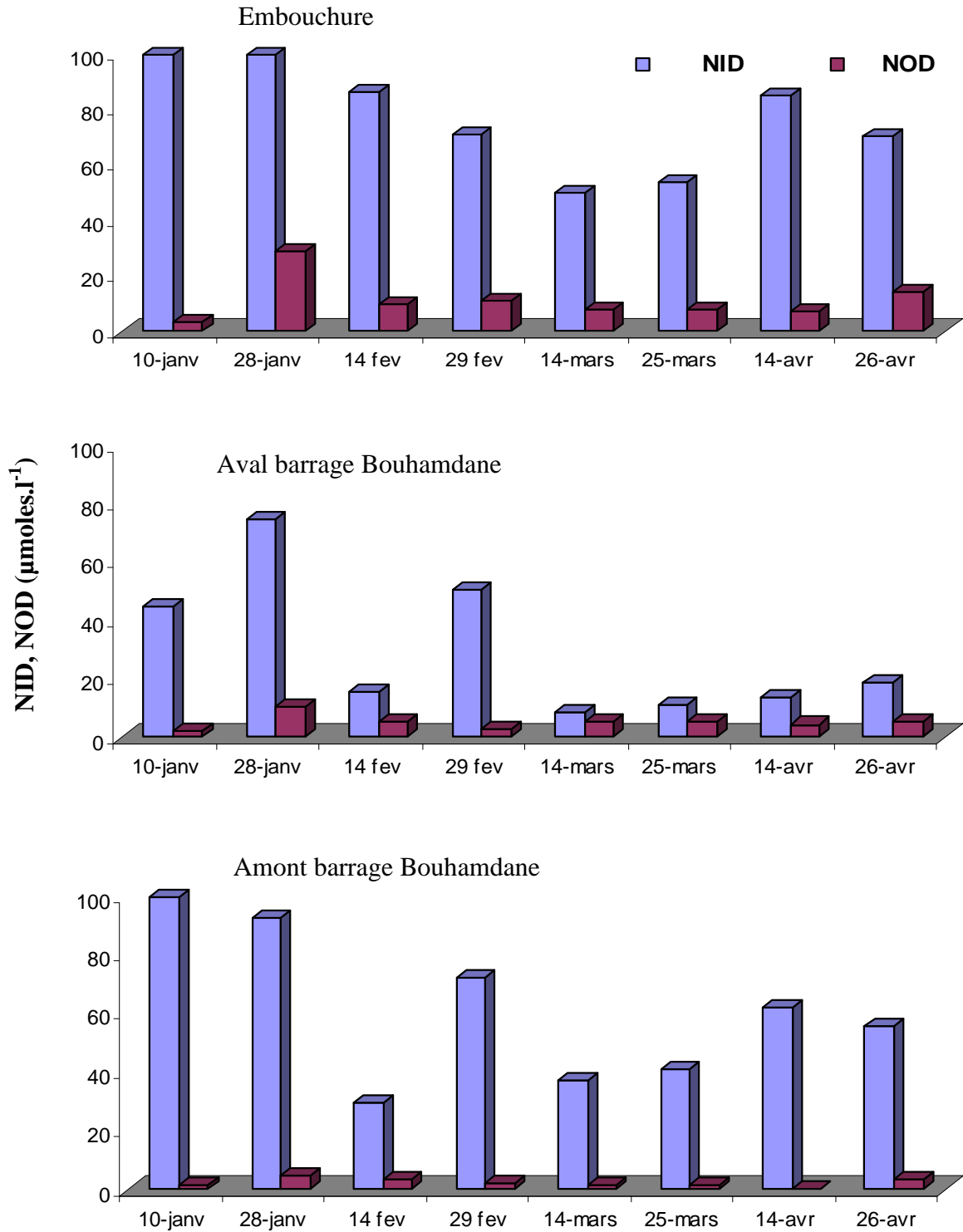


Figure 8 : Distribution des teneurs en azote inorganique dissous NID et en azotes organique dissous NOD dans le bassin de Seybouse pour la période janvier 2012 –avril 2011.

2. Variation des teneurs en phosphore

2.1 .Variation des teneurs en phosphates (PO_4)

La teneur en phosphate des eaux naturelles est normalement très faible, l'essentiel étant présent dans le sédiment.

Les ions phosphates sont très abondants en hiver, avec des teneurs moyennes de l'ordre de $2\mu\text{M}$ avec une fraction majoritaire de 47% du phosphore total et traduisent une qualité médiocre des eaux à cette époque de l'année (Figure 9 et tableau 13). Inversement Il semble que ces fortes teneurs, peuvent être le liée de l'activité agricoles qui est devenue intensive (200kg/hectare de fertilisants) et domestique en particulier.

La moyenne à l'embouchure est de $4\mu\text{M}$ supérieur à la valeur d'aval barrage ($0,03\mu\text{M}$). Comme le montre le (tableau 13), les valeurs du rapport N/P s'écartent fortement de la valeur d'équilibre en toute la saison. Cette altération du rapport N/P traduit une dominance de l'azote par rapport au phosphore (tableau 13) puisque N/P dans l'embouchure est de l'ordre de 20.

2.2 .Variation des teneurs en polyphosphates (P_2O_5)

La teneur moyenne en P_2O_5 dans les stations étudiées est deux fois plus élevée que l'aval de barrage (Figure 9). D'une moyenne de $0,6\mu\text{M}$ et d'une fraction minoritaire de 14% de la fraction total du phosphore (figure 10, tableau 13), les valeurs les plus élevées s'observent à l'embouchure atteignent un maximum de $4\mu\text{M}$, la valeur minimale de $0,01$ à l'avale de Bouhamdane (tableau 13 figure 9).

Les teneurs en P_2O_5 augmentent en période des lâchers des barrages. Les teneurs en P_2O_5 sont généralement à $0,5\mu\text{M}$, à l'ensemble des stations. En raison de leur origine continentale, l'essentiel des polyphosphates revient généralement aux apports d'origine domestique.

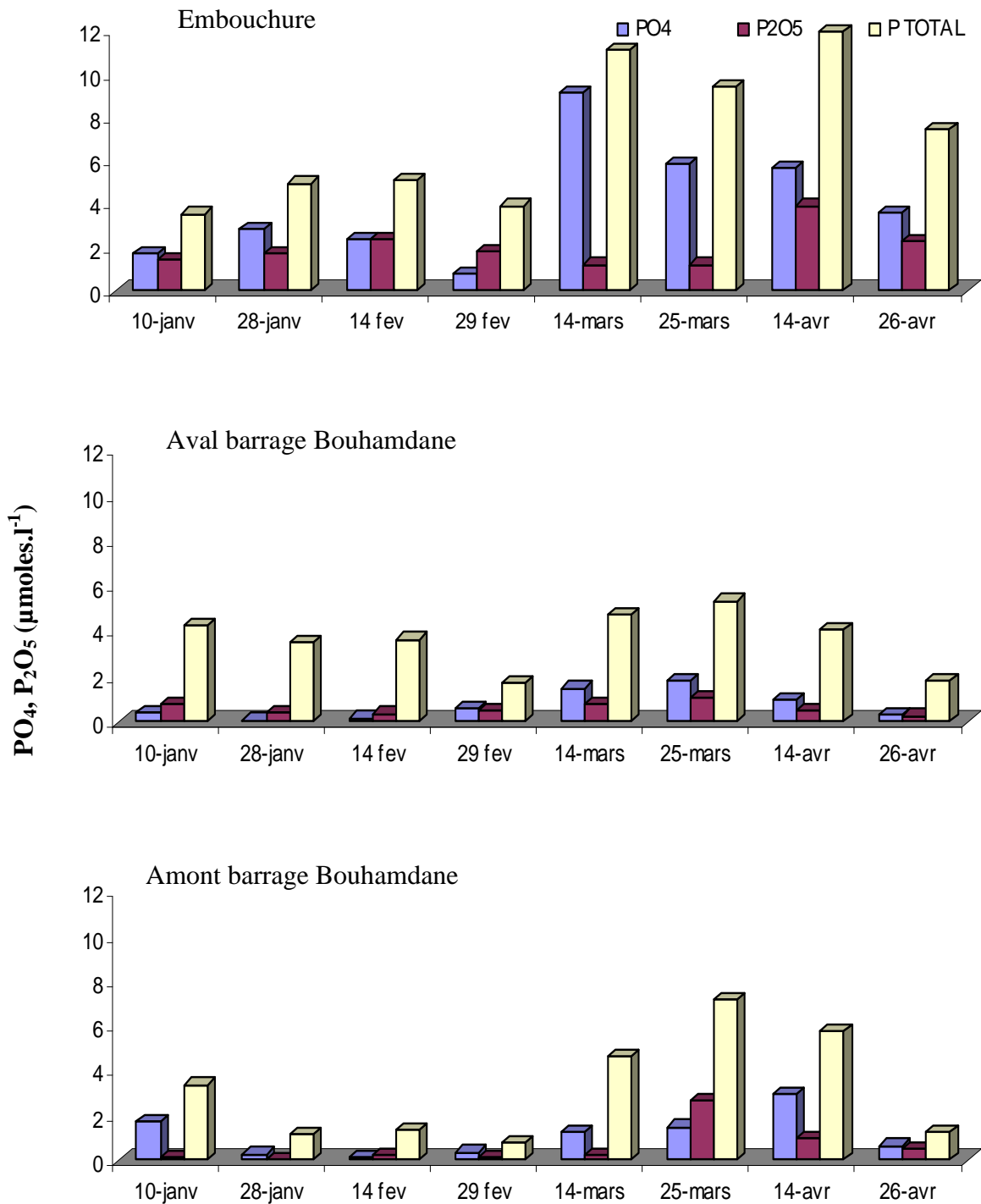


Figure 9 : Distribution des teneurs en phosphore inorganique et en phosphores total dissous dans le bassin de Seybouse pour la période janvier212–avril 2012.

2.3. Distribution du phosphore organique dissous (POD)

Les composés phosphorés d'origine organique dans l'échantillon total et dans la phase soluble sont obtenus par différence entre le phosphore total et la somme du phosphore des orthophosphates et des polyphosphates : $\text{POD} = \text{Pt} - (\text{PO}_4 + \text{P}_2\text{O}_5)$.

La valeur moyenne de phosphore total dissous PTD de $18\mu\text{M}$ dans l'ensemble des stations étudiées et la valeur moyenne du POD est seulement de $2\mu\text{M}$ ce qui représente une fraction de 24% du PTD phosphore total (figure 10). On remarque à l'embouchure les valeurs les plus élevées de $30\mu\text{M}$ deux fois à l'aval de Bouhamdane surtout en moment de l'ouverture des vannes de relâchement.

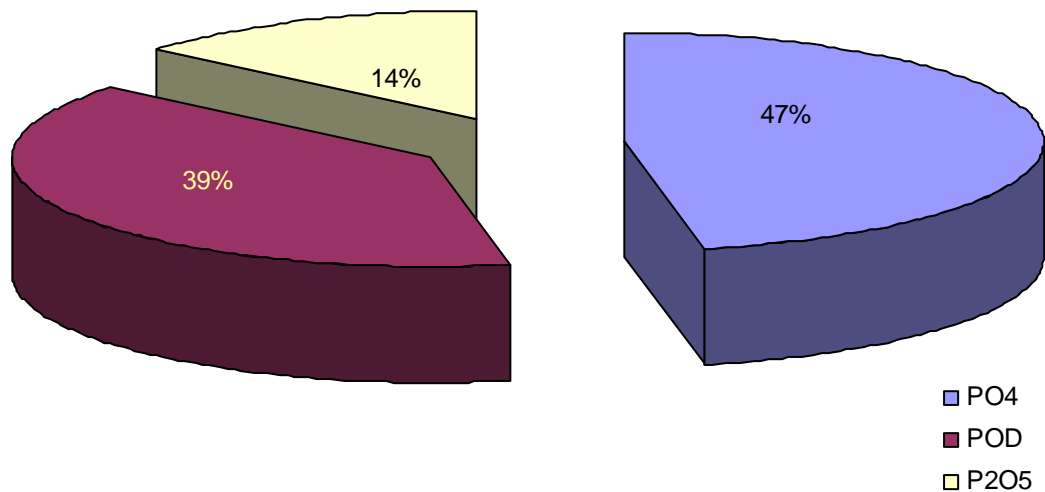


Figure 10 : Distribution de la fraction de phosphore totale dans le bassin de Seybouse durant la période janvier 2012 –avril 2012.

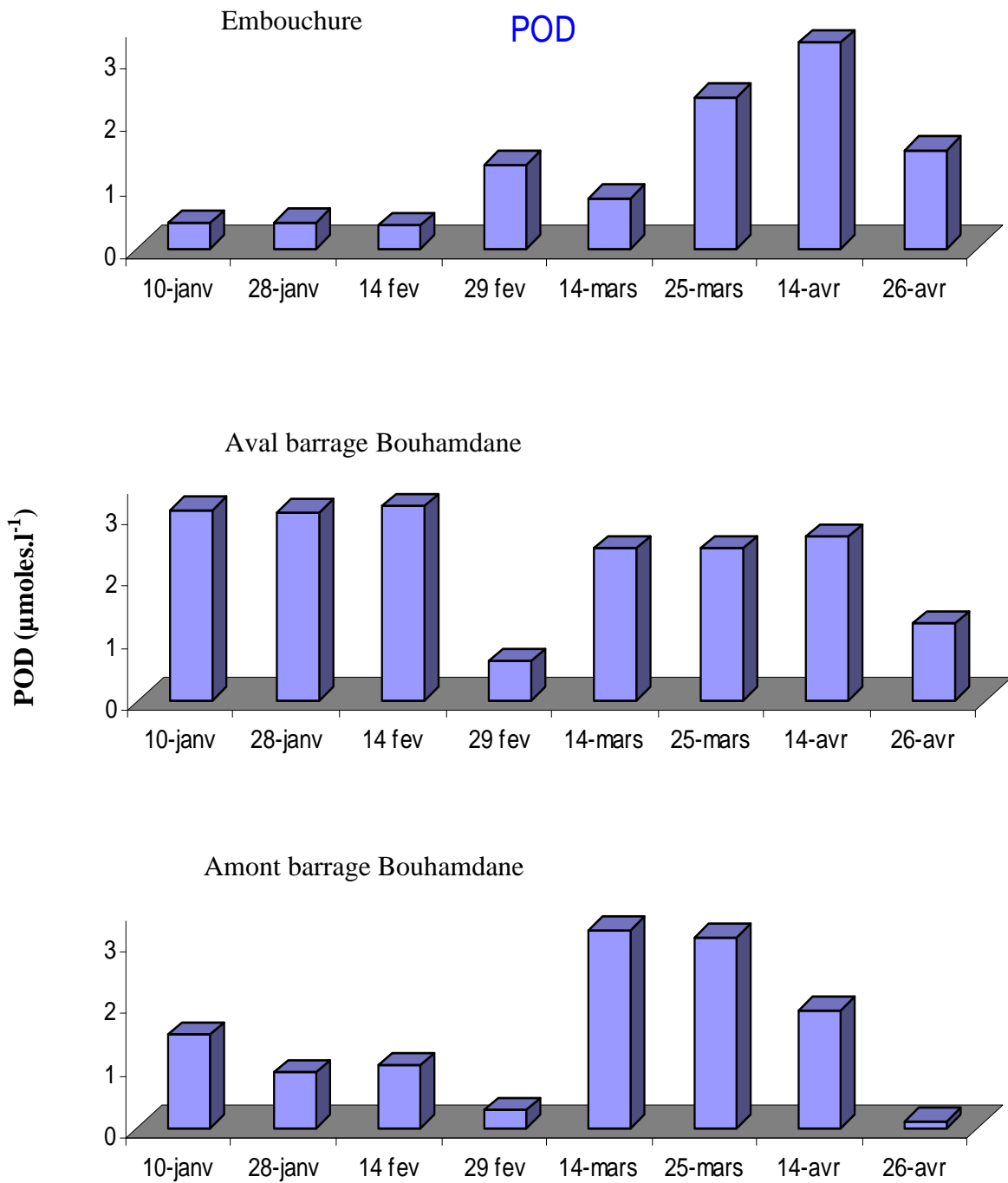


Figure 11 : Distribution des teneurs en phosphores organique dissous (POD) dans le bassin de Seybouse pour la période janvier 2012 –mars 2012.

3. Distribution du silicium

Durant la période janvier 2012- avril 2012, les teneurs en Si(OH)_4 sont élevées avec des valeurs moyennes allant jusqu'à $146 \mu\text{mole.l}^{-1}$. Les concentrations des Si(OH)_4 varient remarquablement avec le cycle hydrologique de l'Oued Seybouse. On constate que les valeurs sont élevées pendant toute la période étudiée avec un maximum de $296 \mu\text{M}$ à l'Embouchure.

Les teneurs augmentent cependant quelque peu en période humide hivernale lorsque le débit de l'oued est à son maximum où la pluviométrie cause beaucoup d'érosion des sols. Les teneurs minimales ($18 \mu\text{M}$) sont enregistrées à l'aval du barrage de Bouhamdane (figure 12 ; tableau 13).

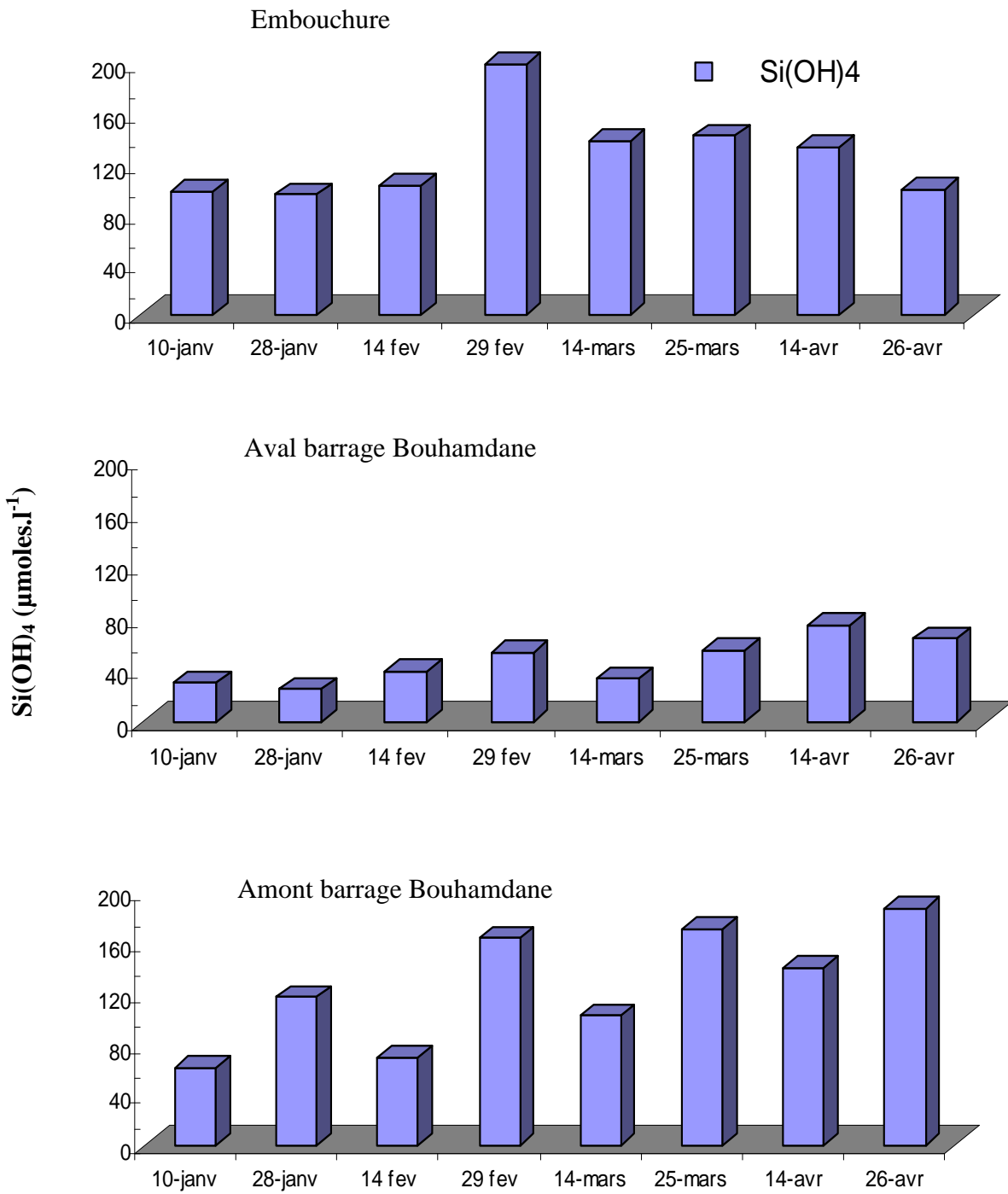


Figure 12 : Distribution des teneurs en silicium (SiOH_4) dans le bassin de Seybouse pour la période janvier 2012 – avril 2012.

Tableau 13 : Les moyennes des sels nutritif, matières organique et leurs rapports durant période de janvier2012 – avril 2012.

Stations	NH₄	NO₂	NO₃	NID	NOD	PO₄	P₂O₅	PT	POD	SiOH₄	N/P	Si/N
1	34,6	4,5	41,2	80,4	11,4	4	1,2	7,3	1,3	144	20,1	1,8
2	5,3	0,6	23,9	29,8	5,3	0,7	0,4	2,3	3,6	46,4	42,6	1,5
3	28,9	2,4	36,9	68,2	2,4	1,1	0,03	3,2	1,5	126,4	62	1,8
moyenne	23	2,5	34	60	6,4	1,9	0,6	4,3	2	106	41,6	1,7

Conclusion

5. Conclusion

Cette étude a permis de déterminer le niveau d'enrichissement des eaux du sous bassin de Bouhamdane et l'embouchure et l'importance de rétention des nutriments minéraux et organiques dissous au niveau du barrage Bouhamdane. Les eaux sont largement enrichies par les apports anthropiques introduisant d'importantes quantités d'ammonium ($28\mu\text{M}$) à l'amont barrage Bouhamdane. En aval du barrage on assiste à une diminution de tout les nutriments minéraux et notamment le $\text{Si}(\text{OH})_4$ et une formation de matière organique comme si ces réservoirs fonctionnent en tant que pièges à silicium et de producteurs de matières organiques dissoutes, les valeurs enregistrées sont plus élevées à l'embouchure pour l'ensemble des sels nutritifs et matières organiques.

L'analyse des paramètres de la qualité générale des eaux du sous bassin de Bouhamdane et de la Seybouse maritime (embouchure), montre que les nitrates qui sont très élevées représentant 52% de la fraction totale d'azote et les valeurs de l'ensemble des éléments chimiques et biochimiques, restent très élevées par rapport aux normes de qualité des eaux de surface. Autrement dit, la Seybouse subit un enrichissement excessif en éléments nutritifs, et en matière organique due essentiellement aux apports domestiques.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques :

A.B.H. Agence de Bassin Hydrographique. Constantinois-Seybouse-Mellegue, Les cahiers de l'Agence, Cahier numéro 1 ; Cahier numéro 4, Sep 2000 ; Cahier n°6, sep 2001. Ennakhla.

Agence Européenne de l'environnement. 1999. State and pressure of the marine and coastal Mediterranean environment. Environmental assessment series : 137 p.

Almeida, M.C., Butler, D. et Friedler, E. 1999. At-source domestic wastewater quality. London. Urban Water, 1: 45-55.

A N R H de la wilaya de Constantine.

Asmidal.2004b. Utilisation des engrais par culture en algerie. Archive de document .

Barroin, G. 1991. La réhabilitation des plans d'eaux. la Recherche, 238 (22) : 1412-142.

Benblidia, M., Margat, J. & Vallée, D. 1997. Water in the Mediterranean sea: situations, perspectives and strategies for sustainable water resources management. Blue Plan for the Mediterranean-Mediterranean Action Plan. 2nd ed. Sophia Antipolis, 91p.

Benchaiba L., 2006. Contribution à l'étude écologique des Odonates des eaux courant (Oued El-Kebir et Oued Bouarroug) Wilaya d'Et-Tarf. Thèse de Magister. Université Badji Mokhtar, Annaba. 100p.

Béthoux, J.P. 1989 . Oxygen consumption, new production, vertical advication and environmental evolution in the Mediterranean sea. Deep-sea reasch, 36(A5): 769-781.

Blanic, R., Bennenton, J.P. 1989. Caractérisation des effluents de d'assainissement individuel et essai de matériels d'assainissement autonome. Techniques Science et Méthode.

FAO. 2005. Utilisation des engrais par culture en Algérie. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, 2005, 56p.

Forsberg, C. 1991. Eutrophication of the Baltic Sea. In: The Baltic sea environment, Uppsala University, Sweden.

Gray, J.S. and Paasche, E. 1984. On marine eutrophication. Mar. Pollut. Bull., 15(10): 349-350.

Gouiez, H. 2006. Apport en sels nutritifs et en Matières organique oxydables au littoral d'Annaba par Oued Seybouse et l'estuaire de la Mafrag. Mémoire de Magister, Université d'annaba. 30p.

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.

Humborg, C., 1997. Effect of Danube river dam on black sea biogeochemistry and ecosystem structure. *Nature*, London, 386/ 385-388.

Ibanez, C., Part, N. 2002. The environment impact of the spanish national hydrological plan on the lower Ebro River and Delta. *Water Ressources development* 19 (3) : 485-500, September 2003.

Johanson, R.G. 1997. Climate control requires a dam the strait of Gibraltar. *OES transaction, American Geophysical Union*, 78: 277-28.

Kafi-Benyahia, M. 2006. Variabilité spatiale des caractéristiques et des origines des polluants de temps de pluie dans le réseau d'assainissement unitaire parisien. Thèse de Doctorat l'école nationale des ponts et chaussées Spécialité : Sciences et Techniques de l'Environnement, 500 p.

Kirati B, et Brahmia N., 2006. Impact des eaux d'irrigation sur les eaux souterraines de la plaine alluviale de Guelma. Mémoire d'ingénieur d'état. Université Badji Mokhtar d'Annaba. 113p

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

Laak, R. 1974. Relative pollution strengths of undiluted waste materials discharged in households and the dilution waters used for each. In: J. H. T. Winneberger, *Manual of grey water treatment practice*. Michigan, USA: Ann Arbor., 68-78.

Lachekhab El boukhari, 2009. Hydrologie et état de fertilization agricole des eaux de barrage Cherf. Université LAGHROUR Abbes- khanchela-.

Lentner, C. & Wink, A. 1981. Units of measurement, body fluids, Composition of the body, *Nutrition. Geigy Scientific tables*. Ciba-Geigy, Basle.

Mansouri Z., 2009 : Les ressources en eau et gestion intégrée du bassin versant de l'oued Bouhamdane (Nord-Est Algérien). Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar d'Annaba. 118p.

Marchetti, R. 1990. Algal blooms and gel production in the Adriatic Sea. *Proc.*

Margat, J. 2004. L'eau dans le bassin méditerranéen: situation et prospective. Les fascicules du Plan Bleu. MAP Technical Report Series No. 158, Athena, 366p.

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

Meziane N., 2009. contribution à l'études des macroinvertébrés de Oued seybose: Ephéméroptéra, Trichoptera, Plecoptéra et Bivalva. Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945 Guelma. 88p.

Milliaman, J.D.1997. Blessed dams or damned dams? *Nature*, London, 386 : 325-327.

Montuelle B, 2003. Qualité et gestion des sédiments d'eau douce, éléments physico-chimiques et biologiques. P15, P29.

Musy A., & Higy C, (2004). Hydrologie : une science de la nature. Presses Polytechniques et Universitaires romandes. Italie. 314 p
Ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire (M.E.A.T), 1994.
Conférence Med 21 sur le développement durable en Méditerranée. Mise en œuvre de l'Agenda 21. Tunis, 16-20 mai 1994, 106p

Ounissi, M. & Fréhi, H. 1999. Variabilité du microphytoplancton et des Tintinnides d'un secteur hautement eutrophe du golfe d'Annaba (Algérie). Cahiers de Biologie marine, 40 : 141-153.

PNUE/PAM/PLAN BLEU, 2004. L'eau des Méditerranéens : situation et perspectives. Rapports techniques du PAM, No. 158, PAM, PNUE/PAM, Athènes.

Prud'homme, M. 2001. Perspectives de l'offre et la demande d'engrais dans le monde. 7e Rencontres Internationales de l'AFCOME Bulk Blending 2001 Bordeaux, 14-16 novembre 2001, 11p.

Ramade F. 1989. Element d'écologie .écologie appliqué.Mc Graw Hill, 1-578.

Rosenberg, R. 1985. Eutrophication- the future marine coastal nuisance?, Marine pollution. Bull., 16 (6): 227-231.

Siegrist, R., Witt, M. and Boyle, W. C.1976. Characteristics of rural household wastewater. Journal of the Environmental Engineering Division, American Society of Civil Engineers, 102 (EE), 533-548.

Stirn, J. 1993. Man-made eutrophication in the Mediterranean sea. Medit. 4:8-23.

SWIM-SM., 2013. Atelier de concertation : Coût de la dégradation des ressources en eaux du bassin versant de la Seybouse.

Tréguer. P et al, 1995.The silica balance in the world ocean: a restuate. Science, P268, P375-379.

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.

Site web :

Site internet. : www.eea.eu.int

office International de l'eau-www.eea.eu

FAO, www.fao.org

Environnement Réf.:www.eea.eu.int

Résumés

Résumés

Cette étude a concerné la distribution et la bio géochimie de l'azote, du phosphore et du silicium dans des sites stratégiques du du sous bassin versant de Bouhamdane durant la période exceptionnellement pluvieuse s'étendant entre janvier et avril 2012. Il s'agit de suivre l'évolution de ces éléments depuis l'amont du barrage Bouhamdane jusqu'à l'embouchure dans le but de comprendre leurs transformations biogéochimiques sous l'effet du barrage et de enrichissement anthropique. L'importance de rétention ou de production des nutriments minéraux et organiques dissous durant la période d'étude au niveau du barrage s'exprime par un taux de rétention des formes minérales variable de 64% pour les Si(OH)_4 , 36% pour les PO_4 , (66 à 50) % pour l'azote minéral dissous. En revanche, le barrage produit les formes organiques à un taux de 55% pour le NOD au barrage Bouhamdane, et seulement (59 à 43)% pour le POD. Au niveau du barrage les eaux sont largement polluées par les apports domestiques introduisant d'importantes quantités d'ammonium dans le sous bassin de Bouhamdane ($30\mu\text{M}$). En aval du barrage on assiste à une diminution du Si(OH)_4 et les concentrations du phosphore total dissous sont un peu élevées et augmentent durant la période d'étude, les teneurs en POD est de $4\mu\text{M}$ avec une fraction de 39% est le rapport N/P est de 42 qui explique l'abondance de l'azote par rapport au phosphore Les teneurs moyennes au cours de la période d'étude en silicium est de $106\mu\text{M}$. Le rapport Si/N est de 1,7, donc l'azote est abondant que le silicium. Cet indice traduit une anthropisation du bassin. Une formation de matière organique comme si ces réservoirs fonctionnent en tant que pièges à silicium et de producteurs de matières organiques dissoutes.

L'analyse des paramètres de la qualité générale des eaux montre que les valeurs de l'ensemble des éléments chimiques et biochimiques, restent très élevées par rapport aux normes de qualité des eaux de surface. Autrement dit, su sous bassin de Bouhamdane à l'embouchure, la Seybouse subit un enrichissement excessif en éléments nutritifs, et en matière organique due essentiellement aux apports domestiques.

Mots clés : Azote, Phosphore, Silicium, Bio géochimie, Barrage Bouhamdane

Abstract

This study involved the distribution and biogeochemistry of nitrogen, phosphorus and silicon in strategic sites in the bou hamdane watershed during the rainy period exceptionally between January and April 2012. This is to follow the evolution of these elements from the upstream dam to the mouth bou hamdane in order to understand their biogeochemical transformations under the effect of the dam and anthropogenic enrichment. The importance of retention or nutrient production inorganic and organic dissolved during the period of study at the dam level is expressed by a retention rate of variable mineral forms 64% for Si(OH)₄, 36% PO₄, (66 to 50)% for the dissolved mineral nitrogen. However, the dam product forms organic at a rate of 55% for NOD bou hamdane the dam, and only (59 to 43)% for POD. Dam water level are largely polluted by contributions domestic significant amounts of ammonium introducing into the sub-basin Bou hamdane (30 microns). Below the dam there is a decrease in the Si(OH)₄ and the concentrations of total dissolved phosphorus are low and increase during the period of study, levels of POD is 4μM with a fraction of 39% and the N/P ratio is 42 which explains the abundance of nitrogen to phosphorus Average grades in the silicon study period is 106μM. The Si/N is 1.7, so the nitrogen is abundant than silicon. This index reflects a anthropisation basin. Training organic matter as if these reservoirs operation as silicon traps and producers of dissolved organic matter. The analysis of parameters of water quality generally shows that the values of all chemical and biochemical elements remain very high by the standards of quality of surface water. In other words, known as bou hamdane basin at the mouth, the Seybouse undergoes excessive nutrient enrichment, and organic matter due essentially to domestic inputs .

Key words: Nitrogen, Phosphorus, Silicon, Organic Geochemistry, Dam bou hamdane

الملخص

شملت هذه الدراسة توزيع و بيوجيوكيميائية كل من النيتروجين و الفوسفور و السيليسيوم في مواقع إستراتيجية في مستجمعات المياه لبلدية بو حمدان خلال فترة الأمطار بشكل استثنائي بين يناير و ابريل 2012. بمعنى إتباع تطور هذه العناصر بداية من فم سد بو حمدان حتى مفرغ البحر من اجل فهم تحولاتها البيولوجية و الكيميائية تحت تأثير السد _أهمية احتجاز أو إنتاج المغذيات المعدنية و العضوية المنحلة طول فترة الدراسة على مستوى السد تعبر على نسبة احتجاز العناصر على شكل معدني متغير بنسبة 64% بالنسبة للسيليسيوم 36% بالنسبة للفوسفور، و بالنسبة للنيتروجين المعدني المنحل 50 إلى 66 % ، السد ينتج العناصر العضوية بنسبة 55% بالنسبة *NOD* لسد بو حمدان و فقط 43 حتى 59% بالنسبة *POD*.

مياه السد ملوثة على نطاق واسع بكميات كبيرة من الأمونيوم داخل حوض بو حمدان $30 \mu\text{M}$ ، أسفل السد يوجد انخفاض في نسبة السيليسيوم و زيادة تركيز الفوسفور المنحل خلال فترة الدراسة حيث مستوى الفوسفور العضوي المنحل هو $4 \mu\text{M}$ ومستوى النيتروجين المعدني المنحل هي 42% وهو ما يفسر وفرة النيتروجين مقارنة بالفوسفور . متوسط الدرجات للسيليسيوم في فترة الدراسة هي $106 \mu\text{M}$. نسبة Si/N هي 1.7 إذن النيتروجين سائد على السيليسيوم هذا الأمر يفسره تدخل العامل البشري في الحوض. وكذا تشكل المادة العضوية لعمل هذه الأحواض كافخاخ للسيليسيوم التي تنتج المواد العضوية المنحلة .

يظهر تحليل معايير جودة المياه بشكل عام ان قيم كل العناصر الكيميائية و الكيميائية الحيوية لا تزال مرتفعة جدا وفقا لمعايير جودة المياه السطحية يخضع واد سيبوس لفرط في المغذيات و المواد العضوية ويرجع ذلك أساسا إلى المسدخات المنزلية.

الكلمات الرئيسية : النيتروجين ، الفوسفور ، السيليسيوم ، الجيوكيمياء الحيوية ، سد بلدية بو حمدان

Résumés

Cette étude a concerné la distribution et la bio géochimie de l'azote, du phosphore et du silicium dans des sites stratégiques du du sous bassin versant de Bouhamdane durant la période exceptionnellement pluvieuse s'étendant entre janvier et avril 2012. Il s'agit de suivre l'évolution de ces éléments depuis l'amont du barrage Bouhamdane jusqu'à l'embouchure dans le but de comprendre leurs transformations biogéochimiques sous l'effet du barrage et de enrichissement anthropique. L'importance de rétention ou de production des nutriments minéraux et organiques dissous durant la période d'étude au niveau du barrage s'exprime par un taux de rétention des formes minérales variable de 64% pour les Si(OH)_4 , 36% pour les PO_4 , (66 à 50) % pour l'azote minéral dissous. En revanche, le barrage produit les formes organiques à un taux de 55% pour le NOD au barrage Bouhamdane, et seulement (59 à 43)% pour le POD. Au niveau du barrage les eaux sont largement polluées par les apports domestiques introduisant d'importantes quantités d'ammonium dans le sous bassin de Bouhamdane ($30\mu\text{M}$). En aval du barrage on assiste à une diminution du Si(OH)_4 et les concentrations du phosphore total dissous sont un peu élevées et augmentent durant la période d'étude, les teneurs en POD est de $4\mu\text{M}$ avec une fraction de 39% est le rapport N/P est de 42 qui explique l'abondance de l'azote par rapport au phosphore Les teneurs moyennes au cours de la période d'étude en silicium est de $106\mu\text{M}$. Le rapport Si/N est de 1,7, donc l'azote est abondant que le silicium. Cet indice traduit une anthropisation du bassin. Une formation de matière organique comme si ces réservoirs fonctionnent en tant que pièges à silicium et de producteurs de matières organiques dissoutes.

L'analyse des paramètres de la qualité générale des eaux montre que les valeurs de l'ensemble des éléments chimiques et biochimiques, restent très élevées par rapport aux normes de qualité des eaux de surface. Autrement dit, su sous bassin de Bouhamdane à l'embouchure, la Seybouse subit un enrichissement excessif en éléments nutritifs, et en matière organique due essentiellement aux apports domestiques.

Mots clés : Azote, Phosphore, Silicium, Bio géochimie, Barrage Bouhamdane

Abstract

This study involved the distribution and biogeochemistry of nitrogen, phosphorus and silicon in strategic sites in the bou hamdane watershed during the rainy period exceptionally between January and April 2012. This is to follow the evolution of these elements from the upstream dam to the mouth bou hamdane in order to understand their biogeochemical transformations under the effect of the dam and anthropogenic enrichment. The importance of retention or nutrient production inorganic and organic dissolved during the period of study at the dam level is expressed by a retention rate of variable mineral forms 64% for Si(OH)_4 , 36% PO_4 , (66 to 50)% for the dissolved mineral nitrogen. However, the dam product forms organic at a rate of 55% for NOD bou hamdane the dam, and only (59 to 43)% for POD. Dam water level are largely polluted by contributions domestic significant amounts of ammonium introducing into the sub-basin Bou hamdane (30 microns). Below the dam there is a decrease in the Si(OH)_4 and the concentrations of total dissolved phosphorus are low and increase during the period of study, levels of POD is $4\mu\text{M}$ with a fraction of 39% and the N / P ratio is 42 which explains the abundance of nitrogen to phosphorus Average grades in the silicon study period is $106\mu\text{M}$. The Si/N is 1.7, so the nitrogen is abundant than silicon. This index reflects an anthropisation basin. Training organic matter as if these reservoirs operation as silicon traps and producers of dissolved organic matter. The analysis of parameters of water quality generally shows that the values of all chemical and biochemical elements remain very high by the standards of quality of surface water. In other words, known as bou hamdane basin at the mouth, the Seybouse undergoes excessive nutrient enrichment, and organic matter due essentially to domestic inputs .

Key words: Nitrogen, Phosphorus, Silicon, Organic Geochemistry, Dam bou hamdane

الملخص

شملت هذه الدراسة توزيع و بيوجيوكيميائية كل من النيتروجين و الفوسفور و السيليسيوم في مواقع إستراتيجية في مستجمعات المياه لبلدية بو حمدان خلال فترت الأمطار بشكل استثنائي بين يناير و ابريل 2012. بمعنى إتباع تطور هذه العناصر بداية من قم سد بو حمدان حتى مفرغ البحر من اجل فهم تحولها البيولوجية و الكيميائية تحت تأثير السد . أهمية احتجاز أو إنتاج المغذيات المعدنية و العضوية المنحلة طول فترة الدراسة على مستوى السد تعبر على نسبة احتجاز العناصر على شكل معادي متغير بنسبة NOD بالنسبة % ، السد ينتج العناصر العضوية بنسبة 55% بالنسبة للفوسفور، و بالنسبة للنيتروجين المعدني المنحل 50 إلى 66 % بالنسبة للسيليسيوم 36 ، أسفل السد $106\mu\text{M}$ مياه السد ملوثة على نطاق واسع بكميات كبيرة من الأمونيوم داخل حوض بو حمدان 30 POD . بالنسبة % لسد بو حمدان و فقط 43 حتى 59 ومستوى النيتروجين المعدني $4\mu\text{M}$ يوجد انخفاض في نسبة السيليسيوم و زيادة تركيز الفوسفور المنحل خلال فترة الدراسة حيث مستوى الفوسفور العضوي المنحل هو 4 هي 1.7 إذن Si/N . نسبة μM وهو ما يفسر فترة النيتروجين مقارنة بالفوسفور . متوسط الدرجات للسيليسيوم في فترة الدراسة هي 106% المنحل هي 42 النيتروجين ساند على السيليسيوم هذا الأمر يفسر تدخل العامل البشري في الحوض، وكذا تشكل المادة العضوية لعمل هذه الأحواض كإفخاخ للسيليسيوم التي تنتج المواد العضوية المنحلة. لمياه بشكل عام ان قيم كل العناصر الكيميائية و الكيميائية الحيوية لا تزال مرتفعة جدا وفقا لمعايير جودة المياه السطحية . يتخضع واد سيوس لفرط في يظهر تحليل معايير جودة مياه بشكل عام ان قيم كل العناصر الكيميائية و الكيميائية الحيوية لا تزال مرتفعة جدا وفقا لمعايير جودة المياه السطحية . يتخضع واد سيوس لفرط في المغذيات و المواد العضوية ويرجع ذلك أساسا إلى المدخلات المنزلية.

الكلمات الرئيسية : النيتروجين ، الفوسفور، السيليسيوم ، الجيوكيمياء الحيوية ، سد بلدية بو حمدان