



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية عاوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Gestion durable des Ecosystèmes et protection de l'environnement

Option : Pollution des écosystèmes et Ecotoxicologie

Intitulé :

LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE L'OUED RHUMEL À

Présenté et soutenu par : SEBIHI Zineb

Le : 24/06/2015

Jury d'évaluation :

Présidente : SAHLI Leila

(MCA- UFM Constantine).

Rapporteur : AFRI-MEHENNAOUI F-Z

(MCA- UFM Constantine).

Examineur : BAZRI K.E.D

(MCB- UFM Constantine).

*Année universitaire
2014 – 2015*

Je dédie ce modeste travail à :

A la mémoire de mes chères grands-mères et mes chers

grands-pères...

A mes chers parents,

A mon frère Hamza,

A mon fiancé Younes,

A tout mes chers...

A tou(te)s mes ami(e)s...

A toute personne qui a contribué à la réalisation de ce

manuscrit de près ou de loin...

SEBIHI Z.

Avant tout, je remercie **le bon dieu tout puissant** qui m'a donné la force et de ma voir permis d'arriver à ce stade-là.

Le travail présenté dans ce mémoire a été effectué au sein de laboratoire de l'ANRH de Constantine.

Ma profonde gratitude et mes respects s'adressent d'abord, à **Mme. AFRI-MEHENNAOUI F. Z.**, Maitre de Conférences à l'Université Constantine1 (ex Université Mentouri), pour m'avoir encadrée, qu'elle soit vivement remerciée.

Mes sincères remerciements vont également à **Mlle. SAHLI Leila** Maître de conférence à l'Université Constantine1 (ex Université Mentouri), qui a bien accepté et qui m'a honorée de présider le jury de ce mémoire.

Mes vifs remerciements s'adressent également à **Mr. BAZRI K.E.D.**, Maître Assistant à l'Université de Constantine1 (ex Université Mentouri), pour avoir accepté d'évaluer ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à **Mme. BEN LAHRECHE**, Chef de service du laboratoire d'analyses ainsi qu'au **personnel de l'ANRH**. Qui m'ont accueillie dans leur laboratoire pour la réalisation des analyses des eaux. Malgré leurs multiples responsabilités et leur temps précieux, ils n'ont pas hésité à m'aider tant sur le plan technique que moral.

Je réserve une grande gratitude à **mes chers parents** qui m'ont beaucoup soutenu, encouragé et épaulé tout au long de mes années d'études, sans eux ce mémoire n'a pu voir le jour. Je leur témoigne mon affection et mes remerciements les plus sincères.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont apporté leur contribution à ce travail. Je leur exprime ici toute ma reconnaissance et ma gratitude

Introduction	01
1 Synthèse bibliographique	02
1.1 La pollution organique	03
1.2 Les variables physico-chimiques	04
1.2.1 La Température (°C)	04
1.2.2 Le Potentiel de l'hydrogène (pH)	04
1.2.3 La Conductivité électrique	04
1.2.4 Les matières en suspension	05
1.2.5 Les Résidus Secs	05
1.2.6 L'Oxygène dissous	05
1.3 Les variables révélatrices de pollution organique	06
1.3.1 La Demande Chimique en Oxygène	06
1.3.2 Les formes azotées	06
1.3.2.1 L'Ammonium	06
1.3.2.2 Les Nitrites (NO ₂)	07
1.3.2.3 Les Nitrates (NO ₃)	07
1.3.3 Les Phosphates (PO ₄)	07
1.4 La qualité physico-chimique des cours d'eaux	08
2 Matériels et méthodes	10
2.1 Présentation de la zone d'étude	11
2.1.1 Description du bassin versant	11
2.1.2 Aperçu géologique	12
2.1.3 Aperçu climatique	14
2.1.3.1 La pluviométrie	14
2.1.3.2 La température	14
2.1.3.4 Les vents	15
2.1.4 Aperçu socioéconomique	16
2.1.4.1 La population	16
2.1.4.2 L'assainissement	16
2.1.4.3 Alimentation en eau	17
2.1.4.4 L'agriculture	17
2.1.4.5 L'industrie	18
2.2 Choix et localisation des sites de prélèvement	18
2.3 Calendrier de prélèvement	18
2.4 Analyses physico-chimiques	19

2.4.1	Température	19
2.4.2	pH	19
2.4.3	Conductivité électrique	19
2.4.4	Matière en suspension	20
2.4.5	Résidus secs	20
2.4.6	Oxygène dissous	20
2.5	Analyses de la pollution organique	20
2.5.1	Demande chimique en oxygène	20
2.5.2	Les composés Azotés	21
2.5.2.1	Ammonium (NH ₄)	21
2.5.2.2	Nitrites (NO ₂)	21
2.5.2.3	Nitrates (NO ₃)	21
2.5.3	Phosphates (PO ₄)	21
3	Résultats et discussion	22
3.1	Résultats	23
3.1.1	Les variables physico-chimiques	23
3.1.1.1	La température (C°)	23
3.1.1.2	Le potentiel de l'hydrogène (pH)	24
3.1.1.3	La conductivité électrique	25
3.1.1.4	Les matières en suspension à 105 C°	25
3.1.1.5	Les résidus secs	26
3.1.1.6	L'oxygène dissous	27
3.1.2	Les variables de la pollution	28
3.1.2.1	La demande chimique en Oxygène (DCO)	28
3.1.2.2	Les formes azotées	29
3.1.2.2.1	L'ammonium (NH ₄ ⁺)	29
3.1.2.2.2	Les Nitrites (NO ₂ ⁻)	29
3.1.2.2.3	Les Nitrates (NO ₃ ⁻)	30
3.1.2.3	Les phosphates (PO ₄ ⁻)	31
3.2	Discussion	32
3.2.1	Paramètres physico-chimiques	32
3.2.1.1	Températures	32
3.2.1.2	pH	33
3.2.1.3	Conductivité électrique	33
3.2.1.4	Matière en suspension	33

3.2.1.5	Les résidus secs	34
3.2.1.6	Oxygène dissous	34
3.2.2	Paramètres de la pollution	35
3.2.2.1	La demande chimique de l'Oxygène (DCO)	35
3.2.2.2	Formes azotées	35
3.2.2.2.1	L'Ammonium	35
3.2.2.2.2	Les Nitrites	36
3.2.2.2.3	Les Nitrates	36
3.2.2.3	Phosphates	37
Conclusion		38
Références bibliographiques		40

Figure01	Carte du bassin versant du Kébir-Rhumel	13
Figure02	Variation de la Température de l'eau dans le temps de l'Oued Rhumel à Ain Smara	24
Figure03	Variation du pH dans le Temps de l'Oued Rhumel à Ain Smara	24
Figure04	Variation de la conductivité électrique dans le Temps de l'Oued Rhumel à Ain Smara	25
Figure05	Variation des matières en suspension dans le temps de l'Oued Rhumel à Ain Smara	26
Figure06	Variation des résidus secs dans le temps de l'Oued Rhumel à Ain Smara	26
Figure07	Variation du % de saturation dans le temps de l'Oued Rhumel à Ain Smara	27
Figure08	Variation de la teneur en Oxygène dissous dans le temps de l'Oued Rhumel à Ain Smara	27
Figure09	Variation de la DCO dans le temps de l'Oued Rhumel à Ain Smara	28
Figure10	Variation du NH ₄ dans le temps de l'Oued Rhumel à Ain Smara	29
Figure11	Variation des NO ₂ dans le temps de l'Oued Rhumel à Ain Smara	30
Figure12	Variation des NO ₃ dans le temps de l'Oued Rhumel à Ain Smara	30
Figure13	Variation des PO ₄ dans les temps de l'Oued Rhumel à Ain Smara	31

Tableau01	La classification de la qualité des cours d'eau en Algérie	09
Tableau02	Normes et classes de la qualité des eaux superficielles selon l'ABH	09
Tableau03	Données pluviométriques de la région de Constantine	14
Tableau04	Température moyenne mensuelle en °C.	15
Tableau05	La vitesse moyenne des vents exprimée en m/s	16
Tableau06	Coordonnées Lambert et altitudes de la station de Prélèvement	18
Tableau07	Calendrier de prélèvement	19
Tableau08	Résultats des paramètres physico-chimiques de l'Oued Rhumel à Ain Smara	23
Tableau09	Résultats des paramètres de la pollution de l'Oued Rhumel à Ain Smara	28
Tableau10	Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température	32
Tableau11	Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction du pourcentage de saturation en Oxygène dissous	34
Tableau12	Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la DCO	35
Tableau13	Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction du NO ₃	37

Introduction

L'eau est la force conductrice de la nature, la santé et le bien-être de l'humanité. A l'heure actuelle, elle constitue, la source naturelle la plus indispensable et la plus menacée.

L'eau occupe les trois quarts de la surface du globe et représente le constituant inorganique prépondérant de la matière vivante en constituant 90%.

La pollution des eaux est l'un des problèmes qui préoccupe toute l'humanité. Cela résulte de la multiplication et de la croissance des industries le long des fleuves ou rivières, ainsi que de l'extension rapide des zones urbaines qui déversent leurs eaux usées épurées ou non dans le réseau fluvial.

L'usage de l'eau peut avoir une finalité sociale (boisson, hygiène, cuisine) ou économique (industrie, agriculture). La plus part des utilisations des eaux nécessite une eau de qualité.

L'Oued Rhumel, l'une des ressources en eau les plus importantes dans le Constantinois. Il est soumis à des pressions démographiques, agricoles et industrielles élevées et reçoit quotidiennement un important volume d'eau usée de la ville de Constantine.

Notre travail consiste à étudier la qualité physico-chimique des eaux de l'Oued Rhumel précisément à Ain Smara.

Le contenu de cette étude s'articule en quatre chapitres :

- Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique sur les paramètres physico-chimiques
- Le deuxième chapitre consacré à la présentation de la zone d'étude ainsi, il porte sur le matériel et les méthodes d'analyse physico-chimiques des eaux de l'Oued Rhumel.
- Le troisième chapitre englobe la présentation et l'interprétation des résultats obtenus pour les paramètres physico-chimiques.

CHAPITRE I :

**SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE**

En milieu urbain les cours d'eau réceptionnent des rejets domestiques, urbains et industriels directs ou diffus malgré l'existence ou non de stations d'épuration. Suite aux précipitations, le lessivage de la voirie et des bâtis peut être également la cause de sévères événements pollution de l'eau. S'y ajoutent les rejets provenant parfois des stations d'épuration, lors de « by pass », suite à des surcharges, des pollutions accidentelles ou d'événements pluvieux, peuvent conduire à de fortes concentrations de polluants. A ces pollutions chroniques s'ajoutent les pollutions accidentelles (accident routier, incendie d'usine...etc.).

Notre étude porte sur la qualité physico-chimique et les paramètres révélateurs de la pollution organique au niveau d'une station de prélèvement située à l'aval d'Ain Smara. Il faut tenir compte du fait que les eaux usées d'Ain Smara sont collectées et traitées en STEP d'Ibn Ziad. Les paramètres retenus sont :

- les sels nutritifs, nitrates et phosphates, conduisent à l'eutrophisation des cours d'eau.
- les matières en suspension qui causent la turbidité.

1.1 La pollution organique :

Cette forme de pollution résulte de diverses activités domestiques, industrielles, rurales...etc.). La matière organique est présente sous une forme soit dissoute soit solide ; cette dernière constitue une part de MES. L'introduction de la matière organique biodégradable dans un cours d'eau va provoquer à l'aval du point de rejet, une modification qui se traduit par une baisse de l'oxygène dissous liée à la dégradation de la matière organique. Le stade ultime de la décomposition est la transformation de matière organique en nutriments : azote, phosphore, gaz carbonique. Les produits de dégradation génèrent des produits intermédiaires qui peuvent parfois, présenter une certaine toxicité.

1.2 Les variables physico-chimiques :

1.2.1 La Température (°C) :

La température est un facteur écologique majeur ; ses variations affectent diverses propriétés de l'eau telles que la densité, la viscosité, l'évaporation, la solubilité des gaz surtout l'oxygène et la vitesse des réactions chimiques et biochimiques.

Les basses températures stoppent les réactions d'oxydation qui conduisent à une autoépuration, tandis que les hautes températures accélèrent l'oxydation avec une diminution de la solubilité d'oxygène. La température a également une grande influence sur l'activité biologique car chaque espèce aquatique a un préférendum thermique hors duquel elle peut disparaître.

1.2.2 Le Potentiel de l'hydrogène (pH) :

Le pH, mesure de l'acidité d'une solution, est définie par l'expression : $\text{pH} = -\log \text{H}^+$

Où (H^+) est l'activité de l'ion hydrogène H^+ dans la solution (**RAMADE, 1998**). Cette mesure est très importante car elle conditionne les équilibres physico-chimiques.

Le pH des eaux continentales varie beaucoup selon la nature du lit du bassin versant ; les eaux qui ne sont pas soumises aux rejets et qui sont assises sur une roche mère riche en bicarbonates ou carbonates alcalineux-terreux, présentent un pouvoir tampon élevé. Les variations de pH sont liées à des apports extérieurs d'acidité telle que les précipitations.

En eau douce, les milieux naturels sont généralement tamponnés pour un pH de 7 à 8 ; extrêmes à pH 5 à 6 dans le cas de zones granitiques, de tourbières et pH 8,5 dans le cas des zones calmes ou les bras morts. Le pH n'a pas une incidence écologique directe forte entre 5 et 9 (**GAUJOUS, 1995**).

1.2.3 La Conductivité électrique :

Dans une solution, la conductivité électrique est proportionnelle à la concentration en équivalent-gramme du sel dans la solution, multipliée par le coefficient de dissociation ionique de ce sel. Elle constitue une bonne appréciation des matières en solution (**AFRI-MEHANNAOUI, 1998**).

Dans les eaux naturelles c'est un paramètre permettant d'évaluer la charge totale en électrolytes. En eau de surface, la conductivité est généralement inférieure à 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et la minéralisation de type bicarbonaté calcique (**GAUJOUS, 1995**). Une conductivité élevée traduit, soit des pH anormaux, soit le plus souvent une salinité élevée et elle varie en fonction de la température. La salinité d'une eau a une influence sur la vie aquatique. En effet les organismes vivants dans les eaux subissent une pression osmotique exercée par des sels dissous. (**AFRI-MEHANNAOUI, 1998**).

1.2.4 Les matières en suspension :

Elles constituent l'ensemble des particules minérales et/ou organiques dans une eau naturelle ou polluée (**RAMADE, 1998**). Dans les eaux superficielles non polluées, les matières en suspension ont surtout pour origine le bassin versant sous l'effet de l'érosion naturelle, les débris d'origine organique (débris végétaux...etc.) et le plancton. La nature des MES est donc souvent minérale et leur taux relativement bas sauf en périodes de crues des cours d'eau. Les eaux naturelles ne sont jamais exemptes de matière en suspension et on admet une teneur inférieure à 30 mg/l (**AFRI-MEHANNAOUI, 1998**).

1.2.5 Les Résidus Secs:

Reliquat obtenu à partir d'un prélèvement d'échantillon après dessiccation totale au four à 105°C ; c'est un indicateur qui exprime le taux de minéraux.

1.2.6 L'Oxygène dissous:

L'oxygène dissous dans l'eau est un facteur écologique essentiel de la qualité d'un écosystème aquatique. La concentration de l'oxygène dissous dans une eau naturelle est directement conditionnée par la température, la salinité et la pression atmosphérique. L'élévation de la température et de la salinité réduisent la solubilité de l'oxygène, et inversement une eau froide et douce favorise la dissolution de l'oxygène. Sa présence dans les eaux de surface joue un rôle prépondérant dans l'autoépuration des charges polluantes et donc dans le maintien de la vie aquatiques. Les rejets polluants sont souvent pauvres en oxygène.

En plus de la concentration en mg/l, L'oxygène est également exprimé en « pourcentage de saturation » qui est le pourcentage d'oxygène dissous réel présent dans l'eau par rapport au maximum possible d'oxygène soluble compte tenu la température et de la pression atmosphérique et de la salinité. Cette saturation est souvent influencée par les phénomènes de photosynthèse des végétaux aquatiques.

Un excès d'oxygène provoque des troubles et même la mort chez les organismes. De même, les faibles teneurs en oxygène engendrent des effets néfastes qui peuvent se traduire par des migrations, des adaptations ou par des mortalités massives des organismes.

1.3 Les variables révélatrices de pollution organique :

1.3.1 La Demande Chimique en Oxygène :

La demande chimique en oxygène présente de nombreux avantages. Elle donne des résultats précis et reproductibles sous réserves d'avoir des concentrations supérieures à quelques dizaines de mg/l (AFRI-MEHENNAOUI, 1998). Elle correspond à la consommation globale à chaud de l'oxygène du dichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$).

1.3.2 Les formes azotées :

L'azote ammoniacal, les nitrites et les nitrates sont différents formes azotées susceptibles de se trouver dans les eaux d'un oued et pouvant être un critère de pollution.

1.3.2.1 L'ammonium (NH_4) :

Le cation NH_4^+ est produit par réaction acido-basique de l'eau et de façon générale de tout acide avec l'ammoniac NH_3 . En revanche, en milieu basique à pH supérieur à 9,2, le NH_3 se dégage dans l'atmosphère (RAMADE, 2000). L'azote ammoniacal, assez souvent rencontré dans les eaux, traduit un processus de dégradation incomplète de la matière organique. Il peut avoir diverses origines dont la plus grande part de l'azote des eaux superficielles provient de la décomposition des matières organiques contenues dans les débris végétaux des algues, plantes ou herbes du lit ou des berges à l'oued. Les urines humaines ou animales contiennent de grandes quantités d'urée qui induisent la présence d'azote ammoniacal en quantité relativement importante.

A ces origines s'ajoutent un certain nombre d'industries responsables d'une augmentation de la teneur des eaux en azote ammoniacal telles les industries chimiques et les industries de textiles (**AFRI-MEHENNAOUI, 1998**).

L'ammoniaque stimule les poussées planctoniques. Il est toxique pour les poissons, surtout en milieu alcalin, sous forme de gaz qui diffuse facilement à travers les membranes. En milieu oxydant, l'ammoniaque se transforme en nitrites puis en nitrates, ce qui induit une consommation d'oxygène.

1.3.2.2 Les Nitrites NO₂ :

Les nitrites se forment lorsque les conditions sont réductrices. Ce sont des molécules intermédiaires qui apparaissent dans la dénitrification de l'ion nitrate sous l'action de bactéries telles les *Pseudomonas*, ou bien elles dérivent de l'oxydation de l'ammoniaque (NH₄).

1.3.2.3 Les Nitrates NO₃ :

Sels minéraux de l'acide nitrique, les nitrates sont des éléments minéraux nutritifs tant pour les organismes autotrophes terrestres qu'aquatiques (**RAMADE, 1998**). Ils constituent le stade finale de l'oxydation biologique de toutes les formes d'azotes (azote organique, ammoniacale, nitrites...).

La présence naturelle des nitrates dans les eaux est liée en grande partie au lessivage des sols constituant le bassin versant ; la nature des zones de drainage joue donc un rôle essentiel dans leur présence, tandis que la pollution par les nitrates est due à la minéralisation de matière organique, à l'utilisation abusive des engrais azotés, aux résidus animaux, fumiers, purins, aux eaux usées domestiques et éventuellement aux effluents des stations d'épuration.

1.3.3 Les Phosphates (PO₄) :

Sels de l'acide ortho phosphorique, les phosphates représentent des éléments essentiels pour les végétaux autotrophes. Dans les écosystèmes aquatiques, les sédiments stockent des phosphates et constituent ainsi un puits pour ces derniers (**RAMADE, 1998**).

L'origine naturelle des phosphates est liée au lessivage des terrains traversés et aux produits de décomposition de matière vivante. Ils peuvent également être disponibles par la contamination fécale, les détergents, l'industrie chimique et les engrais.

1.4 La qualité physico-chimique des cours d'eaux :

Les cours d'eau sont initialement classées en plusieurs catégories pour l'usage et la vie aquatique. Les pays développés ont fait beaucoup d'efforts pour définir les objectifs de la qualité des eaux et les classer en fonction de ces derniers. En fonction du degré de pollution, les agences de l'eau françaises ont classé les cours d'eau à partir des critères physico-chimiques en quatre catégories principales :

-classe 1 : eaux d'excellente qualité considérées comme exemptes de pollution, aptes à satisfaire tous les usages possibles, même les plus exigeants.

-classe 1.b : eaux de bonne qualité quoique légèrement moindre par rapport à de la classe précédente. Elles peuvent néanmoins satisfaire tous les usages et ne requièrent qu'un traitement simple pour l'approvisionnement en eau potable d'un réseau d'adduction urbain.

-classe 2 : eaux de qualité passable, suffisante pour l'irrigation et les usages industriels possibles, mais des traitements sévères sont requis pour la potabilisation, l'utilisation est tolérable pour abreuver les animaux domestiques.

-classe 3 : eaux de qualité médiocre juste aptes au refroidissement d'installation thermiques et à la navigation. L'usage est tolérable pour l'irrigation des cultures, l'utilisation est impossible pour les réseaux d'adduction d'eau potable.

-Hors catégories : forte pollution, eaux dépassant la valeur maximale tolérée en classe 3 pour un ou plusieurs paramètres. Elles sont considérées comme inaptes à tout usage à l'exception la navigation fluviale et peuvent constituer une menace pour la santé publique et l'environnement (**RAMADE, 2000**).

L'agence des bassins hydrographiques algérienne s'est inspirée de cette classification et elle a mis au point une classification (tableau 4) de la qualité des eaux de surface utilisée pour les bassins hydrographiques.

**Tableau 1 : La classification de la qualité des cours d'eau en Algérie
selon l'agence des bassins hydrographiques algérienne (ABH, 2009)**

Classe	Très bonne	Bonne	Passable	Mauvaise	Très mauvaise
	Qualité chimique	Eau exempte de pollution	Eau de qualité moindre pouvant satisfaire tous les usages	Eau de qualité médiocre, suffisante pour les usages peu exigeants	Eau polluée, inapte à la vie biologique
Biologie	Tous les taxons	Taxons sensibles absents	Taxons absents nombreux	Diversité faible	Diversité très faible

Tableau 2 : Normes et classes de qualité des eaux superficielles selon l'agence des bassins hydrographiques algériennes (ABH, 2009)

		Unité					
CE	Min	µs/cm	180	1200	60	0	-
	Max		2500	3000	3500	4000	>4000
O2 diss	%	90	70	50	30	<30	
DCO	mg/l O2	20	30	40	80	>80	
NH4	mg/l NH4	0.5	1.5	2.8	4	>4	
NO2	mg/l NO3	0.03	0.3	0.5	1	>1	
NO3	mg/l NO3	2	10	25	50	>50	
PO4	mg/l PO4	0.1	0.5	1	2	>2	

CHAPITRE II :

**MATÉRIELS
ET MÉTHODES**

2.1 Présentation de la zone d'étude :

Notre travail porte sur l'éventuel impact de l'agglomération d'Ain Smara sur la qualité physico-chimique de l'oued Rhumel.

2.1.1 Description du bassin versant Rhumel :

Un bassin est défini comme une entité topographique et hydrologique dans laquelle se produisent des entrées d'eau (sous forme de précipitation et des apports souterrains issus d'autres bassins où l'écoulement s'effectue suivant un système de pentes et de drains naturels en direction de l'exutoire ou embouchure du cours d'eau collecteur (**MEBARKI, 2005 in MELGHIT, 2009**).

L'oued Rhumel drainant une superficie de 5315km², prend sa source vers 1160m dans les marges méridionale du Tell, au nord-ouest de Belaâ (à 125km d'El-Eulma). Il traverse les hautes plaines constantinoises, avec une orientation sud-ouest jusqu'à Constantine. Là, il change brusquement de direction et tourne presque à angle droit pour couler en oblique vers le nord-ouest et confluer avec Oued Endja aux environs de Sidi Merouane (**MEBARKI, 1982 in AFRI-MEHANNEOUI, 1998**).

Le bassin du Rhumel est la jonction de quatre sous bassins :

- l'Oued Rhumel-Amont 1230 km²;
- l'Oued Rhumel-Seguen 1150 km²;
- l'Oued Rhumel-Boumerzoug 1832 km²;
- l'Oued Rhumel-Smendou 1832 km².

Il augmente son débit de sud au nord, il est limité par le bassin du bas Kébir au nord, et par le bassin des hauts plateaux sétifiens au sud, à l'est par le bassin versant Seybouse et à l'ouest par le bassin de l'oued Endja. Il est centré entre 36° de latitude nord et de 7° de longitude Est, l'altitude moyenne du bassin Rhumel est de l'ordre de 806 m (**MEBARKI, 1982**). Long de 123 km, le Rhumel reçoit successivement de l'amont à l'aval les oueds Dekri, Seguen, Boumerzoug, Smendou et El Ktone.

2.1.2 Aperçu géologique :

Un cours d'eau, siège de transport d'éléments de diverses nature verra ses paramètres physico-chimiques fortement influencés par la nature géologiques des terrains drainés. Le Rhumel gagne les roches récentes du quaternaire indifférencié, composées tantôt d'argiles à gypse ou de marnes et tantôt de couches calcaires.

Le bassin de l'Oued Boumerzoug fait partie des régions telliennes et présente une avancée du môle nitrique sous-constantinois (Djebel Oum Settas) qui domine un pays marneux, constitué par un empilement de nappes de charriage. La partie ouest représente la terminaison orientale du lac pliocène de Constantine. Constituée par des calcaires vacuolaires et d'argiles rouges. L'hétérogénéité du bassin Rhumel et du bassin Boumerzoug provoque des influences différentes sur le régime des cours d'eau conjointement à celles dues à la répartition des précipitations. Sur le long de l'oued Rhumel on rencontre trois domaine géologiques et hydrologiques.

✓Le domaine des hautes plaines sud constantinoises constitué des unités lithologiques suivantes :

- les massifs carbonatés du néritique constantinois : composés de calcaire jurassiques et crétacés ;

- au pied de ces massifs dans la zone d'éboulis, émergent de grosses sources Karstiques : Ain Fesguia à la basse de Guérioun, Ain Fourchi au sud d'Ain Mlila et l'est du Djebel Nif Ennser, Ain Boumerzoug au nord du massif du Fortas.

✓Le bassin néogène de Constantine-Mila :

Ce bassin mio-pliocène est à dominance argileuse à l'exception des affleurements de calcaires lacustre renfermant des ressources exploitées localement. Par ailleurs, émergent de nombreux horsts de calcaire néritique d'âge jurassique – crétacé donnant lieu à des aquifères karstiques hydrothermaux tel le système de Hamma Bouziane à Constantine.

✓La dorsale kabyle des massifs gréseux numidiens :

Elle est constituée de grés numidiens, où apparaissent des calcaires jurassiques très tétonisés de la dorsale Kabyle. Ce domaine est localisé à la confluence de l'oued Rhumel et l'oued Endja au nord du Grarem.

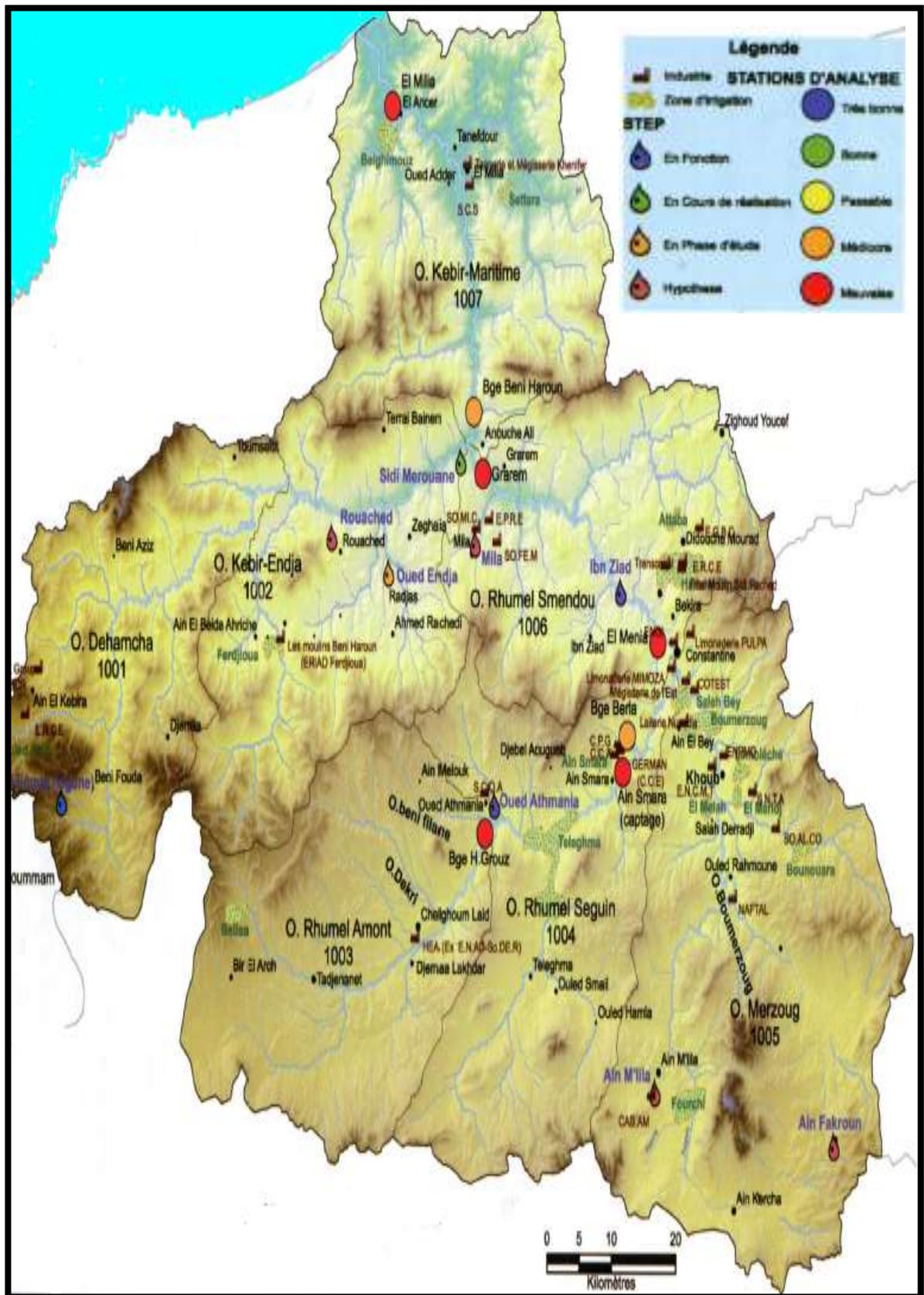


Figure n°1 : Carte du bassin versant du Kébir-Rhumel

2.1.3 Aperçu climatologique :

Le bassin du Rhumel est situé dans la zone méditerranéenne dont le climat est très fluctuant. Il est caractérisé par une forte variabilité spatio-temporelle, surtout entre le minima thermique et le maxima pluviométrique. Il se localise dans l'étage bioclimatique semi-aride caractérisé par une grande variabilité interannuelle de précipitation. Les facteurs climatologiques sont, dans l'ensemble, des variables aléatoires permettant d'expliquer quantitativement les variations du régime hydrologique.

2.1.3.1 La pluviométrie :

Le domaine des hautes plaines est cerné par l'isohyète 500 mm qui marque la limite méridionale du versant sud tellien, sauf à l'Est de Constantine où la limite remonte à 600 mm et même 700mm. Les pluies sont souvent orageuses et la majorité des oueds et Chaâbats sont secs en été.

Pour la période entre Janvier 2013 jusqu'en avril 2014, on observe une diminution remarquable des précipitations. A titre d'exemple (tableau 3), le taux des précipitations de février 2013 (111,9 mm) est nettement supérieur à celui de février 2014 (31 mm) où on note un déficit de 80.9mm. En 2013, le mois le plus humide est février (111,9mm), et le mois le plus sec, juillet (2,6mm). En 2014, sur la période de janvier à mai on atteint le maximum de pluie en Mars (79,0 mm), et le minimum en Avril (5,7mm).

Tableau 3 : Données pluviométriques de la région de Constantine

(ONM, Constantine)

Paramètres	Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Précipitations mensuelles totales (mm)	2013	64.0	111.9	47.4	31.0	10.0	17.0	2.6	36.0	23.0	26.8	86.2	29.6
	2014	42.8	31.0	79.0	5.7								

2.1.3.2 La température :

La température est parmi les facteurs écologiques les plus importants du climat. Contrairement aux précipitations, les températures varient généralement peu. En 2013 (tableau 4), la température moyenne mensuelle la plus élevée est enregistrée au mois de juillet (26°C),

pendant que la plus faible est celle de février (5,9°C). Durant la période « Janvier2014 jusqu'au Avril2014 », le mois le plus chaud est avril (13,7°C), alors que le mois le plus froid est février (8,9°C).

Tableau 4 : Température moyenne mensuelle en °C. (ONM, Constantine)

Paramètres	Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Températures moyennes (°C)	2013	6.9	5.9	11.2	13.8	16.1	20.2	26.0	24.5	21.3	20.1	10.5	7.0
	2014	8.1	8.9	8.7	13.7								

2.1.3.3 Les vents :

Le vent est un facteur climatique important vu ses caractéristiques principales : la direction et la force. Les vents ont un rôle fondamental dans la dispersion et la dissémination ainsi que le transport de particules de différentes tailles (poussière, aérosol...etc.) d'une région à une autre. Les vents bénéfiques de cette région sont ceux de l'ouest qui déplace des masses d'air chargées d'humidité surtout en février et mars. Les vents dominants, de direction nord-est, sont souvent secs et froids et apportent les pluies d'hiver. Les vents desséchants, ou sirocco, sont ceux du sud ; ils peuvent être brulants et augmentent l'évapotranspiration. Ils sont actifs durant la période estivale jusqu'en septembre.

La vitesse moyenne des vents (tableau 5) est faible durant l'année 2013 et même le début de l'année 2014. Durant la période d'étude insérée entre Janvier2013 et Avril 2014 en observant qu'en 2013, la vitesse moyenne la plus élevée est celle de mars (4,1m/s) alors que la plus faible est enregistrée au mois d'octobre (2,1 m/s). Début 2014, la moyenne la plus élevée est notée en janvier (3,4m/s), tandis que la plus faible est enregistrée en avril (2,6m/s).

Tableau 5 : La vitesse moyenne des vents exprimée en m/s (ONM, Constantine).

Paramètres	Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vitesse moyenne des vents (m/s)	2013	4.0	4.0	4.1	3.4	3.2	3.1	2.9	2.7	2.5	2.1	3.7	1.9
	2014	3.4	2.9	3.1	2.6								

2.1.4 Aperçu socioéconomique :

Le facteur socio-économie de la zone d'étude est un facteur très important vu son rôle dans la compréhension et l'interprétation du phénomène de la pollution urbaine et ses diverses sources en ajoutant son impact sur la zone d'étude.

2.1.4.1 La population :

Constantine est relativement peuplée avec 938475 habitants et une densité de 43172 habitant/km².

Cinquante-sept communes sont entièrement incluses dans le Bassin Rhumel et trente-trois autres sont partiellement incluses. L'agglomération de Constantine avec 496176 habitants regroupe 22.5% de la population totale du bassin.

Ain Smara est l'une des communes de Constantine, située à l'ouest de cette dernière sur une surface de 175 Km², elle est peuplée de 37000 habitants.

La zone industrielle d'Ain Smara est dédiée à l'industrie mécanique et implantée sur 250 hectares, en ajoutant à la zone industrielle la décharge publique, les carrières et les terres agricole.

2.1.4.2 L'assainissement :

Le Bassin Rhumel est muni de deux stations d'épuration qui fonctionnent selon le principe de la boue activé à faible charge.

- la première, située à Oued Athmania traite un débit de 130 l/s et actuellement seulement 46 l/s. Avec une capacité de 45000 équivalent-habitant, elle est dimensionnée pour traiter les eaux usées de Chelghoum Laid.

- la seconde est la STEP Ibn Ziad en aval de Constantine dont la capacité est de 400000 équivalent-habitants, extensible à 800000 équivalent-habitants. Elle fonctionne selon le principe de la boue activé, elle est dimensionnée pour un débit 150 l/s avec une capacité maximale de 800 à 1000 l/s.

2.1.4.3 Alimentation en eau :

Le Bassin Rhumel abrite deux barrages en exploitation, Hammam Grouz et Berla ainsi que 25 retenus collinaires mobilisant 269Hm³. Il comprend également 130 forages dont 97 destinés à l'alimentation en eau potable, 15 forages à l'alimentation en eau industrielle (11,5 %), 12 à l'irrigation (9,23 %) et 5 forages piézométriques (3,84 %). La superficie irriguée dans le bassin Rhumel est de 2577 hectares, consommant un volume de 16,5 Hm³.

Le Bassin Rhumel, compte tenu de ses agglomérations, regroupe une population dépassant 1200000 habitants dont quarante-sept agglomérations sont dotées d'un réseau de distribution d'eau potable totalisant plus de 1671 km³ et disposant d'un potentiel de stockage d'environ 155531 m³.

2.1.4.4 L'agriculture :

Cette région est caractérisée par une agriculture mixte, l'une traditionnelle (irrigation gravitaire), et l'autre moderne (irrigation par canaux d'aspersion) selon le type de culture. Les principales activités des périmètres irrigués sont les céréales, l'arboriculture et les cultures maraîchères. L'influence de l'agriculture sur l'oued Rhumel est essentiellement due à l'utilisation :

- des engrais (nitrates d'ammonium 33%, super phosphates 45%). Malgré l'augmentation des rendements, les engrais, utilisés en grande quantité, ont un impact nuisible sur l'environnement en général et sur la qualité des eaux de surfaces en particuliers. En effet ces dernières voient leur teneur en nitrates et phosphate augmenter avec toutes les conséquences qui en découlent ;

- des pesticides organiques et minéraux dont l'usage abusif conduit à la pollution des sols puis à celles des eaux de surfaces et souterraines et des sédiments.

2.1.4.5 L'industrie :

Le bassin du Rhumel compte diverses unités industrielles concentrées autour des grandes agglomérations (Constantine, Chelghoum Laid, El Khroub, Hamma Bouziane et Mila). Ces industries sont souvent alimentées en eau par leurs propres forages ou puits.

La zone Industrielle à Ain Smara est munie de différents genres d'entreprises et d'industries telsque : E.N.T.M.P, Hydromécanique, Limonadière El Mordjen, SAFILAIT.

Le bassin souffre d'un manque flagrant d'installation de traitement des déchets liquides industriels et la majeure partie des effluents gagne l'Oued Rhumel. Cependant, les effluents de l'E.N.T.M.P à Ain Smara sont traités au sein de l'entreprise avant de gagner l'oued Rhumel. Néanmoins ce dernier reçoit les effluents diffus de l'agglomération d'Ain Smara et les eaux de ruissellement issues des importantes activités agricoles qui occupent les berges de l'oued.

2.2 Choix et localisation du site de prélèvement :

Les échantillons des eaux des stations de l'Oued Rhumel ont été prélevés par le personnel de l'ANRH où nous avons effectué un stage pratique pour l'apprentissage de techniques d'analyses physiques et chimiques des eaux. Dans ce mémoire nous rapporterons les résultats obtenus pour la station d'Ain Smara. Elle est localisée sur l'Oued Rhumel, au niveau de l'ancien pont sur la route de la nouvelle ville « Ali Mendjli ». Elle servira de station de référence en amont de la ville de Constantine, et en même temps permettra d'apprécier l'effet de la commune de Ain Smara sur la qualité des eaux du Rhumel.

Tableau6 : Coordonnées Lambert et altitudes de la station de prélèvement

(A.N.R.H., 2005)

Station d'Ain Smara	Cordonnées Lambert		Altitude
	X	Y	
	842.050	335.800	610

2.3 Calendrier de prélèvement :

Les échantillons ont été prélevés par le personnel de l'A.N.R.H., une fois par mois durant la période 2013/2014 comme il est mentionné dans le tableau 7.

Tableau 7 : Calendrier de prélèvement

Année	2013			2014		
mois	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février

2.4 Analyses physico-chimiques :

2.4.1 Température :

La mesure de la température à effectuer sur terrain en utilisant un thermomètre gradué au 1/10 et en respectant les consignes de (RODIER *et al*, 2005).

-La température de l'eau a été mesurée in situ.

-La lecture a été faite après une immersion de 10 minutes du thermomètre à environ 15 cm de profondeur. Les résultats sont exprimés en °C.

Il y a lieu de déterminer la température de l'air au même endroit et au même moment.

- Lors de la mesure de la température de l'air, nous avons évité le rayonnement solaire direct et la chaleur dégagée par l'opérateur.

2.4.2 pH :

Ne disposant pas d'un pH-mètre de terrain. Le pH est pris avec un pH mètre électrométrique modèle (HI9024 micro computer pH meter), en plongeant l'électrode dans l'eau à environ 6 à 8 cm de la surface. Le pH mètre est étalonné avec des solutions étalons pH 4, 7 et pH 9 à 20°C (NF t 90-008). Les résultats sont exprimés en unités pH.

2.4.3 Conductivité électrique :

La conductivité électrique a été mesurée à l'aide d'un conductimètre de laboratoire de type (HI9033 multirange conductimeter). L'appareil est préalablement étalonné avec des solutions de chlorure de potassium (KCL) (NF t 90-031). Les résultats ont été exprimés en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

2.4.4 Matière en suspension :

La détermination des matières en suspension s'effectue par centrifugation. L'eau à analyser est centrifugée à 3000 tr/ min pendant 20 minutes. Le culot recueilli, séché à 105°C pendant 1h 30 min à 2h. Le taux des matières en suspension est exprimé en mg /l.

2.4.5 Résidu sec :

La détermination du résidu sec se fait dans une étuve réglable à 105°C. 100 ml d'eau bien mélangée est évaporée dans une capsule d'aluminium tarée. Le résidu desséché est ensuite pesé (RODIER, 2005). Les résultats sont exprimés en mg/l.

2.4.6 Oxygène dissous :

Mesuré au laboratoire par la méthode de WINKLER. En milieu alcalin, l'oxygène dissous forme avec de manganèse (II) hydroxyde ($Mn(OH)_2$) un précipité brun d'hydroxyde manganique (III) ($MnO(OH)_3$).

La réduction de ce dernier en milieu acide en présence d'un excès d'iodure libère l'iode qui est dosé par le thiosulfate de sodium ($Na_2S_2O_3$) et en utilisant l'empois d'amidon comme indicateur. Lors du prélèvement, des flacons en verre fumé avec des bouchons émeris ont été remplis complètement et l'oxygène a été fixé sur le lieu en ajoutant du manganèse (II) hydroxyde et du potassium iodure. Les résultats sont exprimés en mg/l d' O_2 et en pourcentage de saturation qui est le rapport multiplié par 100 de la concentration d'oxygène (mg/l) dans l'échantillon sur la solubilité de l'oxygène à la température de l'eau lors du prélèvement (AFNOR, 1975).

2.5 Analyse des paramètres de la pollution organique :

2.5.1 Demande chimique en oxygène :

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir une oxydation complète des matières organiques et minérales présentes dans l'eau. Certaines matières contenues dans l'eau dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure.

L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium (**RODIER et al, 2005**). La DCO est exprimée en mg/l d'O₂ consommé par les matières oxydables dans un litre d'eau.

2.5.2 Les composés Azotés :

2.5.2.1 Ammonium (NH₄) :

Le dosage de l'ammonium est réalisé selon la méthode au bleu d'indophénol en milieu alcalin et en présence de nitro-prussiate qui agit comme un catalyseur. Les ions ammonium traités par une solution de chlore et de phénol donnent du bleu d'indophénol, susceptible d'un dosage par spectrophotométrie d'absorption moléculaire (**RODIER et al, 2005**). Les résultats de la teneur en ion ammonium sont exprimés en mg/l de NH₄.

2.5.2.2 Nitrites (NO₂) :

Les nitrites sont dosés par spectrophotométrie d'absorption moléculaire.

La diazotation de la sulfanilamide par les nitrites en milieu acide et sa copulation avec le α -Naphthyle éthylène diamine dihydrochloride donne un complexe pourpre susceptible d'un dosage spectrophotométrique à 540nm. Les résultats sont exprimés en mg/l de NO₂.

2.5.2.3 Nitrates (NO₃) :

Dosés selon la méthode de réduction au cadmium par passage sur une colonne de cadmium; les nitrates sont réduits en nitrites dont le dosage a été décrit précédemment. Le taux de nitrates exprimé en mg/l NO₃ est calculé par la différence des taux des nitrates et nitrites à la fois et du taux des nitrites.

2.5.3 Phosphates (PO₄) :

Le dosage des phosphates a été effectué par la méthode colorimétrique. Le molybdène d'ammonium (Mo (NH₄) 4H₂O) réagit en milieu acide en présence de phosphate en donnant un complexe phospho-molybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue (bleu de molybdène) susceptible d'un dosage colorimétrique. Les résultats sont exprimés en mg/l de phosphates.

CHAPITRE III :

**RÉSULTATS
ET DISCUSSION**

3.1 Résultats :

3.1.1 Les variables physico-chimiques :

Les résultats des analyses physico-chimiques (moyenne± écart type, valeur minimale et maximale) sont regroupés dans le tableau et illustrés par les figures représentant les variations temporelles de chaque paramètre.

Tableau 8 : Résultats des paramètres physico-chimiques de l'Oued Rhumel à Ain Smara de la période Septembre2013 au Février2014

Paramètres physico chimiques	Moy±Ecart type	[Min-Max]
T Air (°C)	12,65±6,35	[7 - 21,3]
T Eau (°C)	14,17±6,65	[7 – 23]
pH	7,47±0,28	[7-7,8]
CE (µS/cm)	1870±240,91	[1550-2190]
MES à 105°C	35,67±16,27	[16-62]
Résidus sec à 105°C	1233,67±174,95	[980-1466]
% Sat	91,36±14,24	[77,04-113,79]
O₂ diss (mg/l)	9,50±1,33	[8-11,9]

3.1.1.1 La Température (°C) : (Tab8 ; fig2)

La température est une mesure momentanée, fonction du temps, de l'heure et du lieu de prélèvement. Selon le tableau n°8 la température de l'air relevée au niveau de l'Oued Rhumel à la station d'Ain Smara présente un minimum de 7°C au mois de Décembre, un maximum de 21.3°C au mois de septembre. La moyenne est de 12.65°C. La figure n°2 montre que les valeurs extrêmes relevées pour l'eau de la station d'Ain Smara sont 7°C au mois de Février et 23°C au mois d'Octobre.

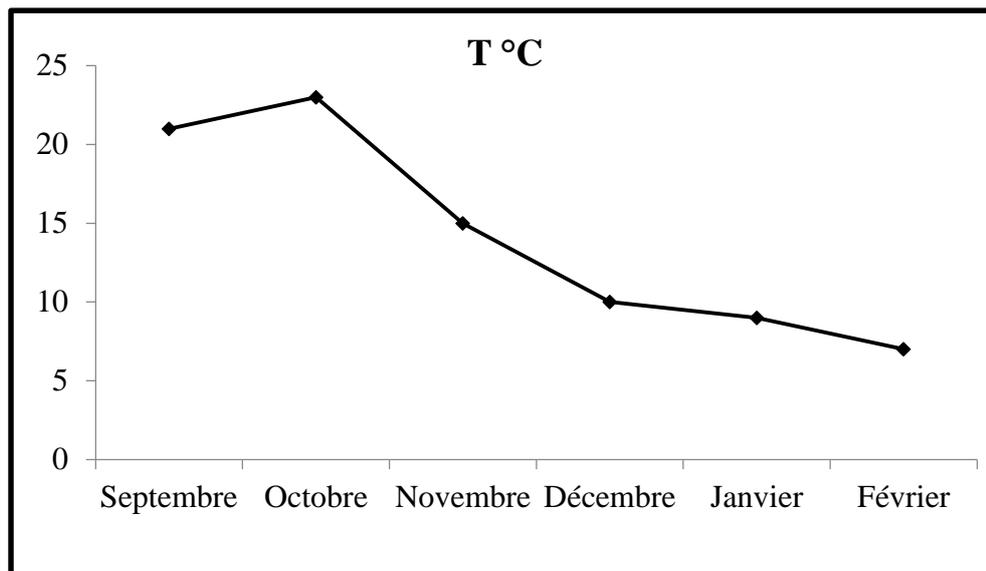


Figure n°2 : Variation de la Température de l'eau dans le temps des eaux de l'Oued Rhumel à Ain Smara.

3.1.1.2 Le Potentiel de l'hydrogène (pH) : (Tab8 ; fig3)

Dans le tableau n°8 et la figure n°3 on observe que le pH des eaux de l'oued Rhumel à Ain Smara oscille entre 7 et 7.8. La valeur la plus faible est observée au mois de Septembre, 7, la plus élevée au mois de Janvier, 7,8. Le pH de ce cours d'eau présente une moyenne de 7,47. Le pH à cette station est faiblement alcalin

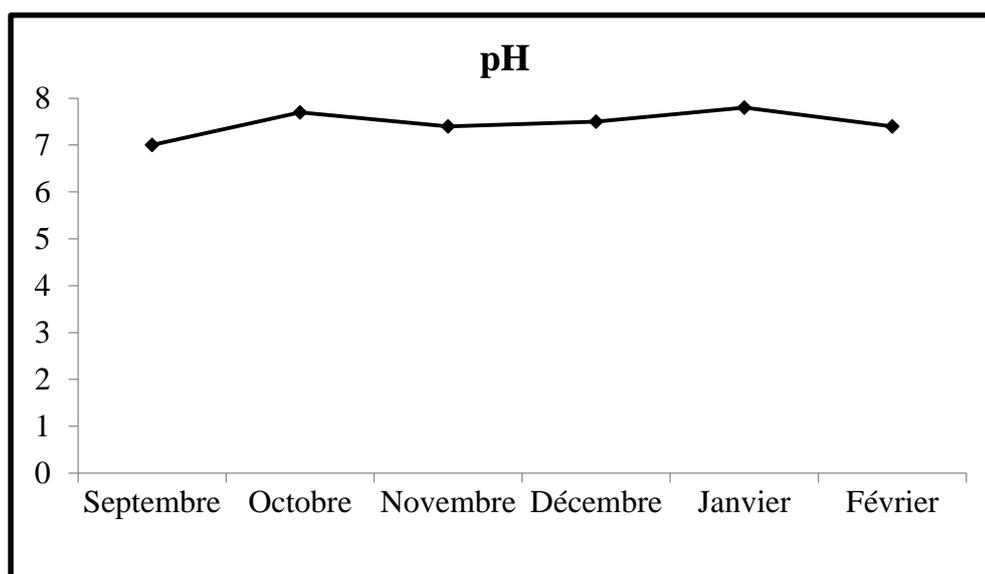


Figure n°3 : Variation du pH dans le Temps des eaux l'Oued Rhumel à Ain Smara.

3.1.1.3 La Conductivité électrique : (Tab8 ; fig4)

La conductivité électrique présente des variations importantes. Le tableau n°8 et la figure n° 4 indiquent que la valeur la plus faible 1550 μ S/cm est enregistrée au mois de Septembre, la plus élevée 2190 au mois d'Octobre. La conductivité électrique moyenne est de 1870 μ S/cm.

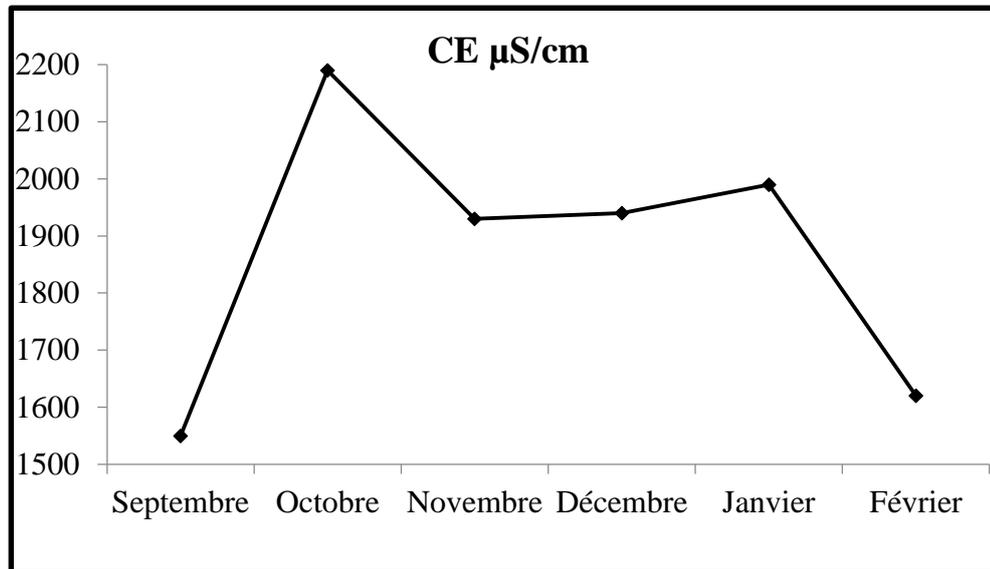


Figure n°4 : Variation de la conductivité électrique dans le temps des eaux l'Oued Rhumel à Ain Smara.

3.1.1.4 Les matières en suspension à 105°C : (Tab8 ; fig5)

Les teneurs des matières en suspension varient de manière irrégulière. Elles sont importantes durant la période pluvieuse. Selon le tableau n°8 et la figure n°5 le taux de matière en suspension varie entre 16 mg/l au mois de Septembre et 62mg /l au mois de Janvier. Le taux moyen est de 35.67 mg/l.

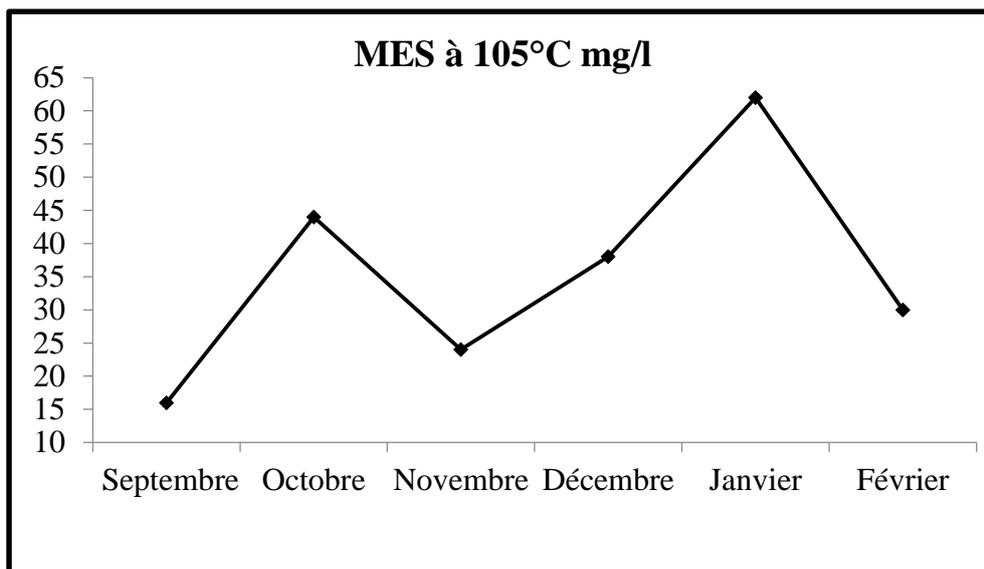


Figure n°5: Variation des teneurs en matières en suspension dans le temps des eaux l'Oued Rhumel à Ain Smara.

3.1.1.5 Les Résidus Secs : (Tab8 ; fig6)

Le résidu sec lui aussi présente des variations s'observant surtout durant la période pluvieuse. D'après le tableau n°8 et la figure n°6 la valeur minimale du résidu sec est de 980 mg/l au mois de septembre, la valeur maximale est de 1466 au mois d'Octobre. La valeur moyenne du résidu sec est de 1233,67 mg/l.

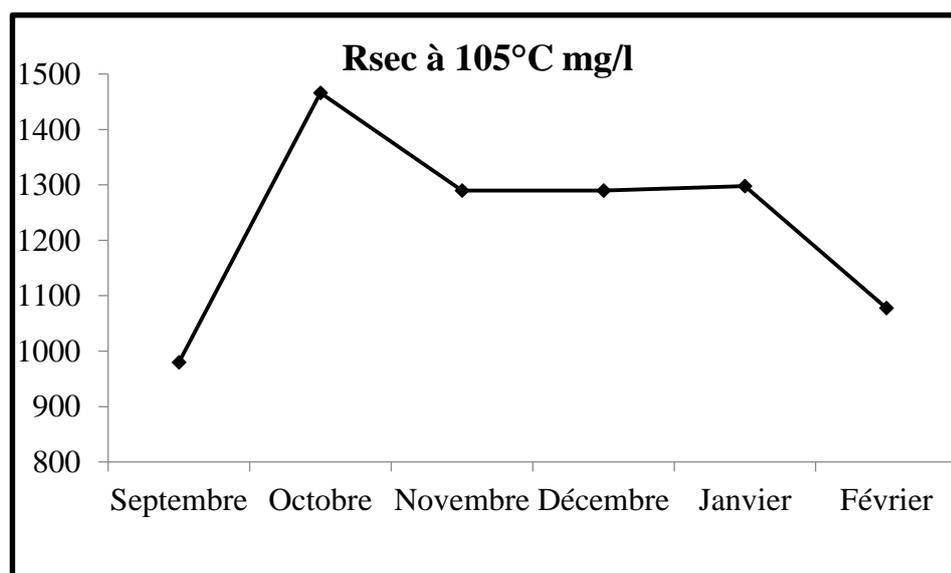


Figure n°6 : Variation des teneurs en résidus secs dans le temps des eaux de l'Oued Rhumel à Ain Smara.

3.1.1.6 L'Oxygène dissous : (Tab8 ; fig7 et 8)

La solubilité de l'oxygène dépendant de la température de l'eau, le pourcentage de saturation est parfois plus expressive que le taux en mg /l. Les teneurs en oxygène dissous sont très variables dans le temps. Les variations sont essentiellement observées durant la période pluvieuse. Le Tableau n°8 et les figures 7 et 8 indiquent que la valeur minimale est de 77,04% au mois de février et la valeur maximale est de 113,79% au mois d'Octobre avec une moyenne de 91,36%.

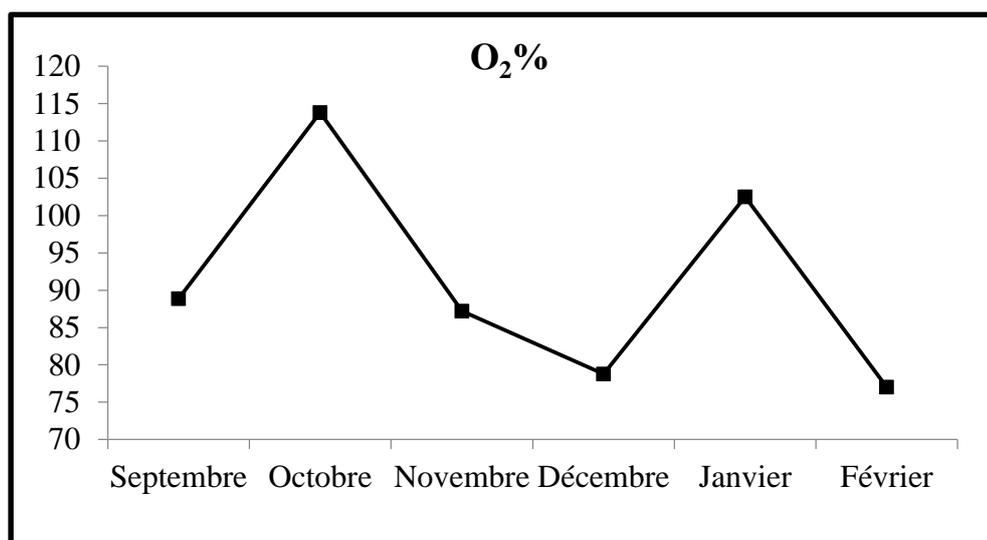


Figure n° 7: Variation du % de saturation de l'O₂ dissous dans le temps des eaux l'Oued Rhumel à Ain Smara.

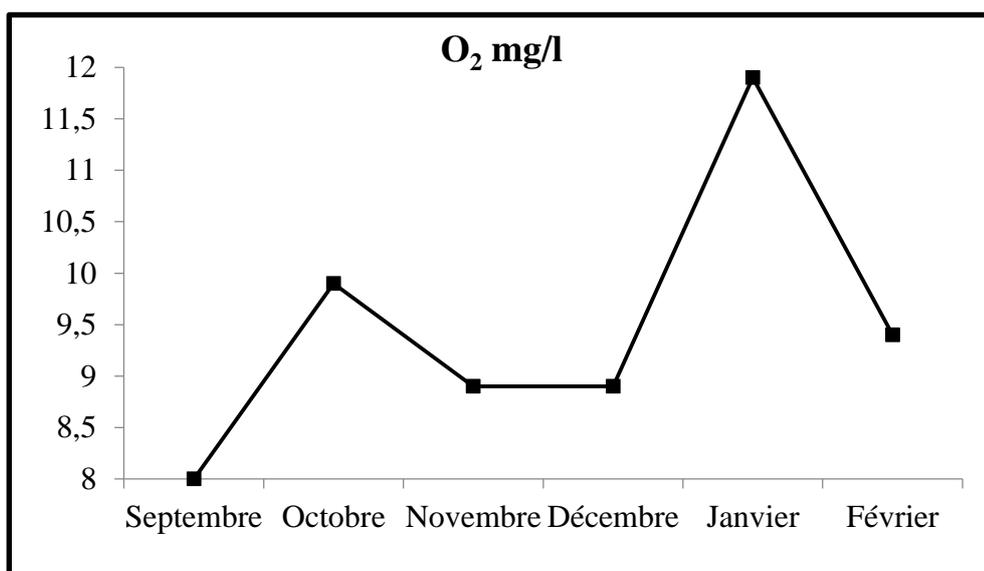


Figure n°8 : Variation de la teneur en oxygène dissous dans le temps des eaux l'Oued Rhumel à Ain Smara.

3.1.2 Les paramètres de la pollution :

Tableau 9 : Résultats des paramètres de la pollution de l'Oued Rhumel à Ain Smara.

Paramètres de pollution	Moy \pm Ecart type	[Min-Max]
DCO (mg/l d'O ₂)	57,33 \pm 9,16	[44-70]
NH ₄ ⁺ (mg/l)	1,08 \pm 0,58	[0,14-1,68]
NO ₂ ⁻ (mg/l)	1,71 \pm 1,50	[0,5-4,19]
NO ₃ ⁻ (mg/l)	26,67 \pm 5,75	[17-35]
PO ₄ ⁻ (mg/l)	0,38 \pm 0,18	[0,13-0,66]

3.1.2.1 La Demande Chimique en Oxygène (DCO) : (Tab9 ; fig9)

Selon le tableau n°9 et la figure n°9 la DCO la plus faible est de 44 mg/l d'O₂, relevée au mois de Février, la plus élevée est de 70 mg/l d'O₂, enregistrée au mois de Décembre. La DCO moyenne est de 57.33 mg/l d'O₂.

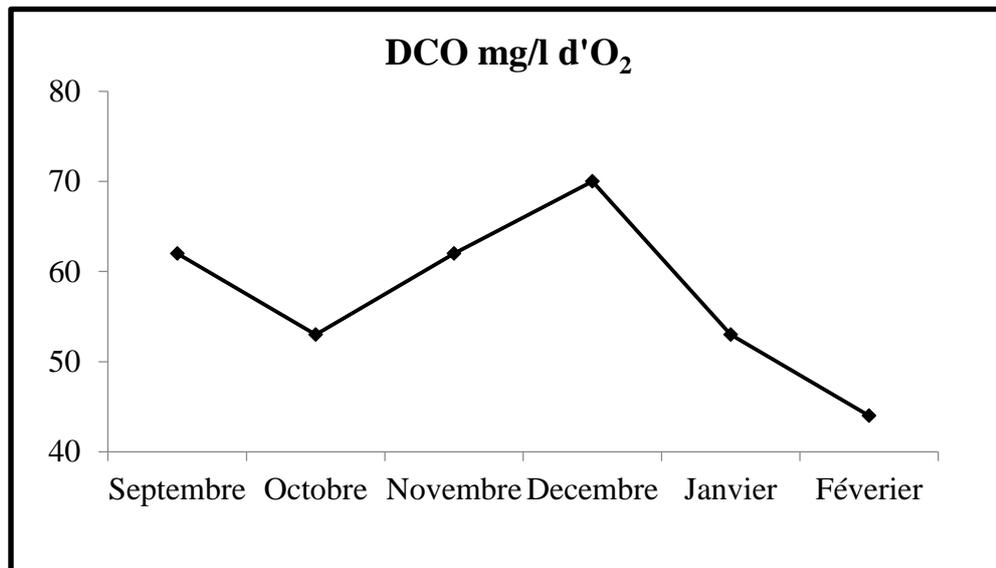


Figure n°9 : Variation de la DCO dans le temps des eaux des eaux de l'Oued Rhumel à Ain Smara.

3.1.2.2 Les formes azotées :

3.1.2.2.1 L'ammonium (NH₄⁺) : (Tab9 ; fig10)

Les valeurs de l'azote ammoniacal présentent des fluctuations importantes dans l'espace et dans le temps dépendant de la période pluvieuse. Selon le tableau n°9 et la figure n°10 les valeurs extrêmes de l'azote ammoniacal sont 0,14 mg/l au mois d'Octobre et 1,68 au mois de Novembre. La valeur moyenne est de 1,08mg/l.

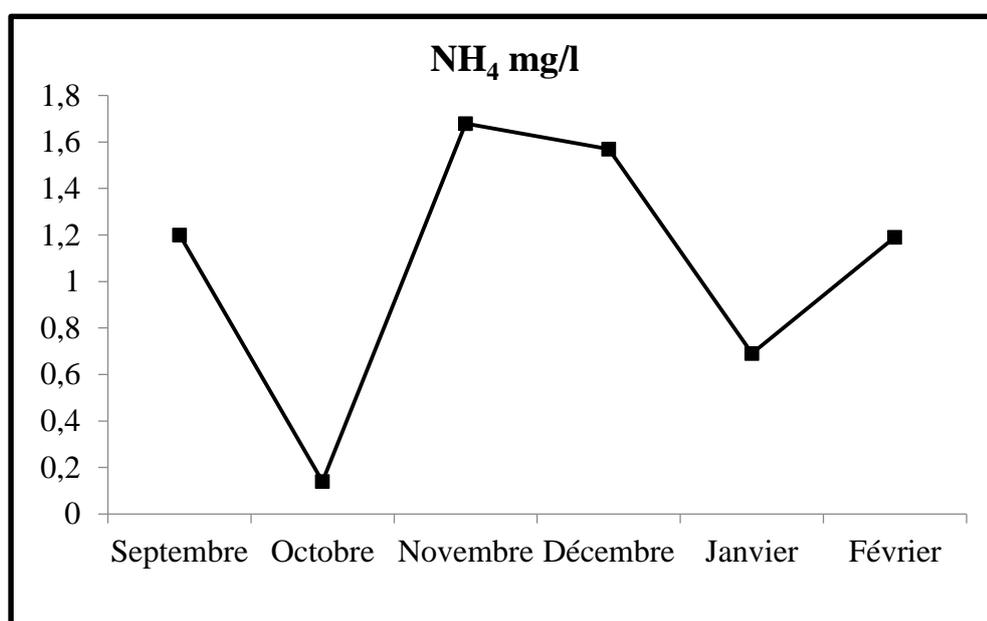


Figure n°10 : Variation de la teneur en NH₄ dans le temps des eaux de l'Oued Rhumel à Ain Smara.

3.1.2.2.2 Les Nitrites (NO₂⁻) : (Tab9 ; fig11)

Les teneurs en nitrites montrent des variations importantes selon le temps de prélèvement. D'après le tableau n°9 et la figure n°11 la teneur la plus faible est de 0,5 mg/l relevée au mois de Janvier et la plus élevée est de 4,19 mg/l enregistrée au mois de novembre. La teneur moyenne en nitrites est de 1,71mg/l.

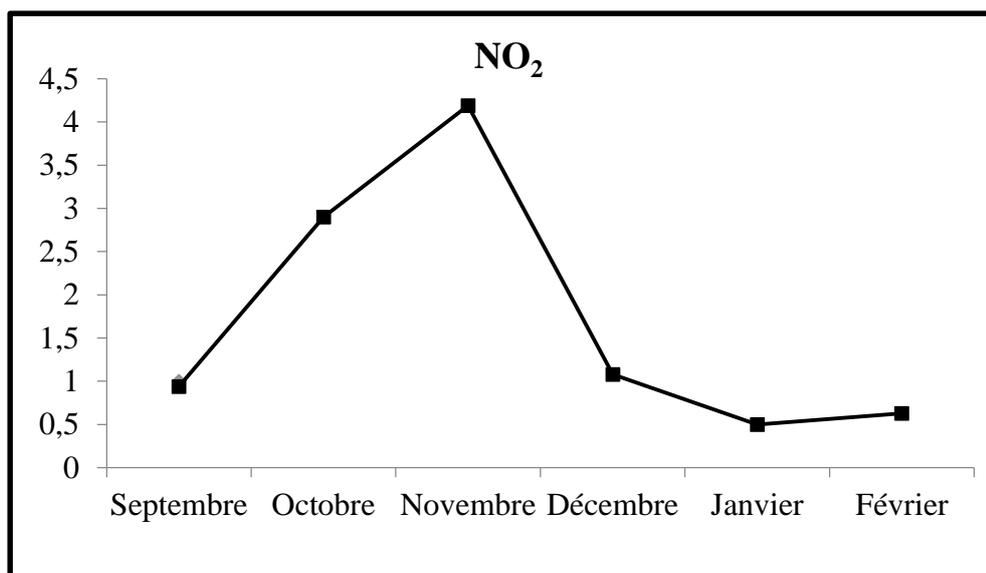


Figure n°11 : Variation des teneurs en NO₂ dans le temps des eaux de l'Oued Rhumel à Ain Smara.

3.1.2.2.3 Les Nitrates (NO₃⁻) : (Tab9 ; fig12)

Les teneurs extrêmes en nitrates indiqués par le tableau n°9 et la figure n°12 sont 17mg/l au mois de Septembre et 35 mg/l au mois de novembre. La concentration moyenne en nitrates est de 26,67 mg/l.

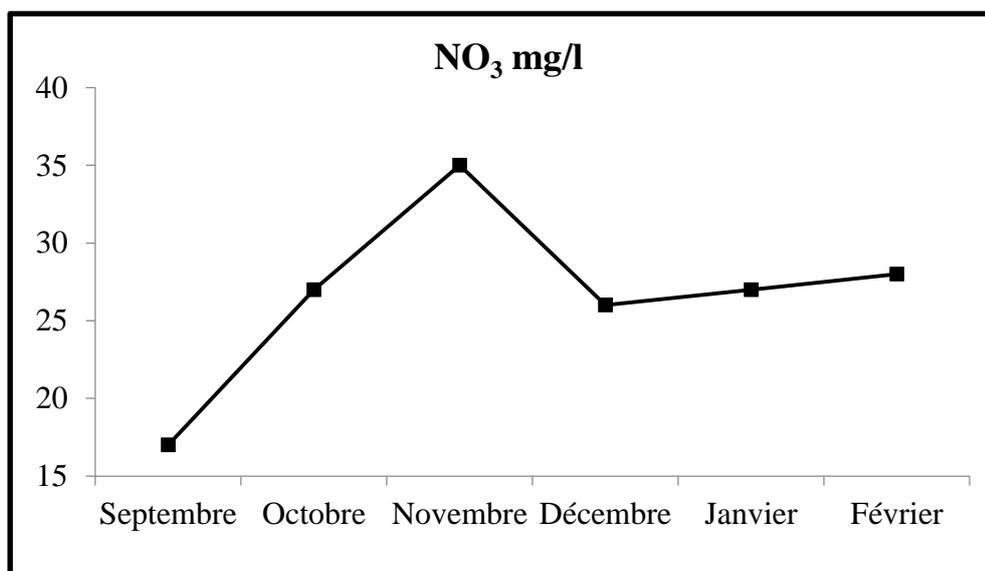


Figure n°12 : Variation des teneurs en NO₃ dans le temps des eaux de l'Oued Rhumel à Ain Smara.

3.1.2.3 Les Phosphates (PO₄⁻) : (Tab9 ; fig13)

Les Teneurs en phosphates présentent des fluctuations assez importantes variant durant la période pluvieuse. Selon le tableau n°9 et la figure n° 13 la teneur la plus faible en phosphates 0.13mg/l est enregistrée au mois de Septembre, la teneur la plus élevée 0,66 mg/l, est relevée au mois de Novembre. La teneur moyenne est de 0,38 mg/l.

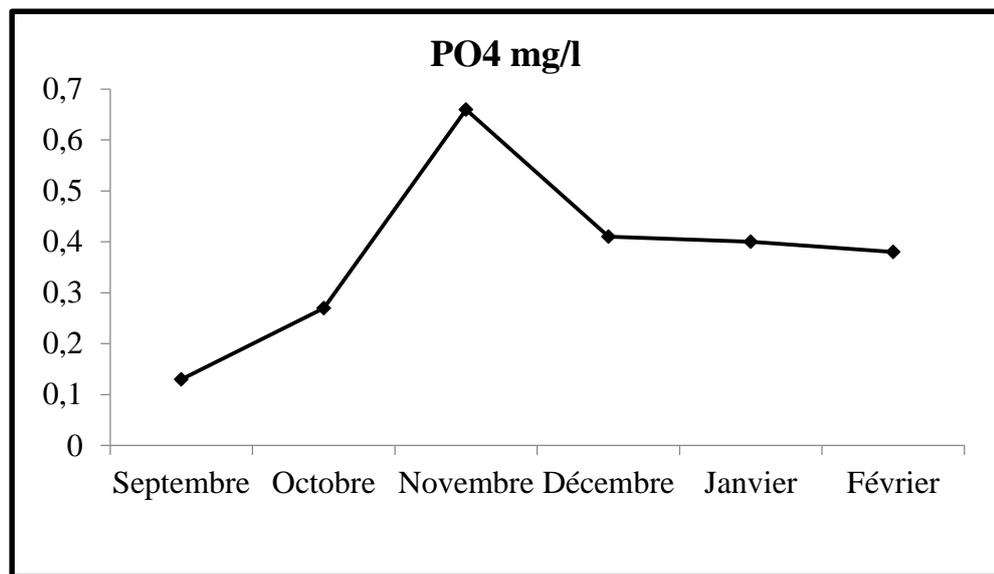


Figure n° 13 : Variation des teneurs en PO₄ dans les temps des eaux de l'Oued Rhumel à Ain Smara.

3.2 Discussion :

3.2.1 Paramètres physico-chimiques :

3.2.1.1 Températures :

Un réchauffement ou un refroidissement peut perturber fortement le milieu, mais peut aussi être un facteur d'accroissement de la productivité biologique (**GAUJOUS, 1995**).

L'élévation de la température s'accompagne toujours d'une modification de la densité, d'une réduction de la viscosité, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface (évaporation) et d'une diminution de la solubilité de l'oxygène dont la carence peut conduire à une situation critique se traduisant par une accumulation de déchets tels que : SH₂, SO₂, CH₄, matière organique. Ainsi, les phénomènes de fermentation sont facilités par l'élévation de température d'où l'apparition d'odeurs nauséabondes dans les cours d'eau et les barrages (**BREMOND et VUICHARD, 1973**).

Par ailleurs, les basses températures affectent l'autoépuration des rivières et des cours d'eau car les réactions sont freinées.

Les modifications du régime thermique des eaux entraînent d'importantes répercussions écologiques. En outre, la décomposition des matières organiques présentes dans l'eau est accélérée par une élévation de température ; un rejet d'eau chaude dans une rivière polluée par des matières organiques aggrave le déficit en oxygène résultant de cette pollution.

Selon la grille d'appréciation de la qualité générale de l'eau utilisée en France depuis 1979 (**MASSON, 1988**) (tab.10) l'eau de la station d'Ain Smara est normale (classe 1A).

Tableau10 : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau superficielle en fonction de la température (MASSON, 1988).

Température	Qualité	Classe
<20°C	Normale	1A
20°C-22°C	Bonne	1B
22°C-25°C	Moyenne	2
25°C-30°C	Médiocre	3
>30°C	Mauvaise	4

3.2.1.2 pH :

Le pH représente le degré d'acidité ou d'alcalinité du milieu aquatique. Le pH des eaux dépend essentiellement de la nature géologique du lit du bassin versant, comme il peut être influencé par d'autres facteurs tels que la température.

Selon la grille d'appréciation de la qualité de l'eau utilisée en France (**MASSON, 1988**) et d'après les travaux précédents sur les eaux de l'oued Rhumel (**AFRI-MEHENNAOUI, 1998**), (**DJEDDI et LAOUAR, 2001**) et (**KHALDI et MALGHIT, 2007**) on peut conclure que la qualité de l'eau de cette station est normale (classe1A).

3.2.1.3 Conductivité électrique :

La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau (**RODIER et al, 2005**). Elle dépend de la quantité des sels ionisables. Elle constitue une bonne appréciation des concentrations globales des matières en solutions dans l'eau.

D'une manière générale, la conductivité croît progressivement de l'amont vers l'aval.

Aux eaux à forte minéralisation s'ajoute la minéralisation de la matière organique, qui s'accélère dans des eaux à températures élevées, à tendance alcaline et en présence d'ions calcium (**EGGLISHAW, 1968 in KHALDI et MELGHIT, 2007**).

La CE est supérieure aux normes de qualité de base des cours d'eau qui sont 750-1000 $\mu\text{S/cm}$ utilisé en France (**AFRI-MEHENNAOUI, 1998**).

4.2.1.4 Matière en suspension :

Tous les cours d'eau contiennent des matières en suspension. Leurs teneurs et leurs compositions minérales et organiques sont très variables.

Selon la grille d'appréciation de la qualité générale des eaux superficielles en France (**MASSON, 1988**) les eaux de cette zone sont de qualité médiocre (classe3) durant les mois d'Octobre, Décembre et Janvier et sont de qualité normale (classe1A) durant les mois de Septembre et Novembre.

3.2.1.5 Les résidus secs :

Le taux du résidu sec de l'eau non filtrée permet de peser la teneur en matière dissoute ou et la teneur en matières en suspension. Le résidu sec est la quantité de la matière solide dans l'eau.

La valeur la plus élevée a été enregistrée au mois d'octobre. Un tel résultat pourrait être dû au lessivage des terrains traversés. La valeur la plus faible est observée au mois de Septembre, elle peut être attribuée à un phénomène de dilution par les rejets urbains.

Le taux de résidus sec au niveau de la station d'Ain Smara présente une variation assez importante.

3.2.1.6 Oxygène dissous :

L'oxygène dissous est d'une importance primordiale dans les eaux de Surface puisqu'il conditionne les processus d'autoépuration et de préservation aquatique (GAUJOUS, 1995).

Selon (LEYNAUD *et al*, 1980 *in* KHALDI et MELGHIT, 2007), la saturation en oxygène de l'eau à la température considérée est assurée par les échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère à travers l'interface air-eau. La fonction chlorophyllienne des végétaux aquatiques élève la teneur en oxygène dissous de l'eau et peut provoquer des phénomènes de saturation en oxygène. (LOUP, 1974 *in* KHALDI et MELGHIT, 2007).

Les eaux de l'Oued Rhumel au niveau de la station d'Ain Smara sont de bonne qualité au mois de Septembre, Novembre, Décembre et Février. Selon la grille d'appréciation de la qualité des eaux (MASSON, 1988).

Tableau11 : Grille d'appréciation de la qualité des eaux superficielle en fonction du pourcentage de saturation en oxygène dissous (MASSON, 1988).

DCO mg/l	Qualité
<20	Excellente
20-25	Bonne
25-40	Passable
40-80	Médiocre
>80	Mauvaise

3.2.2 Paramètres de la pollution :

3.2.2.1 La Demande Chimique en Oxygène (DCO) :

La DCO, un des tests permettant d'estimer la teneur en matière organique d'une eau est une mesure du Carbone organique total, à l'exception de certains composés aromatiques, tels que les benzènes, qui ne sont pas complètement oxydés dans les conditions de l'essai (ECKENFELDER, 1982 *in* AFRI-MEHANNAOUI, 1998).

Selon la grille d'appréciation de la qualité des eaux (MASSON, 1988) ; les eaux de notre zone d'étude sont de qualité médiocre.

Tableau12 : Grille d'appréciation de la qualité des eaux de surface en fonction de la DCO (MASSON, 1988).

% de saturation en mg/l	Qualité
91-110	Excellente
71-90	Bonne
51-70	Passable
31-50	Mauvaise
<30->130	Très mauvaise

3.2.2.2 Formes Azotés :

3.2.2.2.1 L'Ammonium:

L'azote ammoniacal, rencontré dans les eaux et dont la présence est anormale (NISBET et VERNEAUX, 1970 *in* KHALDI et MELGHIT, 2007).

Dans les eaux superficielles, il peut avoir pour origine ; la matière organique végétale des cours d'eau, la matière organique animale ou humaine, les rejets industriels (engrais, textiles...) (RODIER *et al.* 2005).

Il est très probable que la forte concentration en NH₄ relevée au mois de Novembre soit attribuée aux augmentations des débits qui ont pour conséquence un remaniement des vases au fond des rivières.

Selon les normes proposées par (MARTIN, 1979), dans les eaux de rivières des teneurs en ammonium supérieures à 0.19 - 0.49 mg/l NH₄ sont le signe d'une situation anormale, et au-delà de 1.98 mg/l NH₄, les nuisances causées deviennent très importantes. (AFRI-MEHENNAOUI, 1998).

3.2.2.2.2 Les Nitrites :

Les nitrites représentant toujours un stade fugace, ne se maintiennent que lorsque le milieu n'est pas suffisamment oxydant et leur présence indique un état critique de pollution organique à partir déjà de 1 mg /l de NO₂ (NISBET et VERNEAUX, 1970 *in* MELGHIT, 2009).

Dans les eaux de l'Oued Rhumel, les valeurs des nitrites sont très variables dans le temps.

Nos résultats confirment les travaux précédents (AFRI-MEHENNAOUI, 1998); (KHALDI et MELGHIT, 2007) nous trouvons que la situation des eaux de l'oued Rhumel, toujours anormale, traduit un état de pollution organique.

3.2.2.2.3 Les Nitrates :

Les nitrates existent à l'état naturel, dans les sols, les eaux tant de surface que souterraines et toutes les matières végétales. Ils proviennent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, des matières organiques azotées telles que les protéines des végétaux, des animaux et des excréta d'animaux. Ils parviennent ainsi aux rivières par les nappes d'eau souterraines et par le ruissellement des terres agricoles en hivers.

En générale les eaux de surface ne sont pas chargées en nitrates à plus de 10 mg/l NO₃ (OMS, 1980 *in* AFRI-MEHENNAOUI, 1998).

La teneur en azote des déchets industriels est extrêmement variable. Les industries de traitement des carburants et des denrées alimentaires ainsi que les raffineries de pétrole peuvent constituer d'importantes sources de pollution nitrée. Les engrais artificiels sont la principale source des nitrates environnementaux.

Selon la grille d'appréciation de la qualité des eaux (MASSON, 1988), les eaux de notre station sont de qualité normale.

**Tableau13 : Grille d’appréciation de la qualité des eaux en fonction du NO₃
(MASSON, 1988).**

NO ₃	Qualité
<40 mg/l	normale
44-100 mg/l	médiocre
>100mg/l	mauvaise

3.2.2.3 Phosphates :

Le phosphore est naturellement présent dans les eaux superficielles en faible concentration ; compte tenu de son importance dans la constitution des êtres vivants, il joue souvent, vis-à-vis de leur développement, le rôle de "facteur limitant" (AFRI-MEHENNAOUI, 1998).

La présence des phosphates dans les eaux naturelles à des concentrations supérieures à 0,1 ou 0,2 mg/l est l'indice d'une pollution par des eaux vannes contenant des phosphates organiques et des détergents synthétiques ainsi que par les eaux de ruissellement (VERNEAUX, 1973 *in* AFRI-MEHENNAOUI.1998). En effet, les phosphates peuvent avoir pour origine le lessivage des terres cultivées enrichies en engrais phosphatés ou traités par certains pesticides (RODIER *et al*, 2005).

Selon la classification de (NISBET et VERNEAUX, 1970 *in* AFRI-MEHANNAOUI, 1998), Pour des taux compris entre 0,3 et 0,5 mg/l les cours d'eau sont pollués; si les taux sont supérieurs à 0,5 mg/l, la pollution est nette et les eaux sont eutrophes.

Conclusion

L'Oued Rhumel est un cours d'eau important dans le Constantinois. Il est soumis à des pressions démographiques et industrielles très importantes.

L'étude écologique du cours d'eau Rhumel met en évidence l'impact urbain sur la qualité physico-chimique.

Au terme de ce travail, certaines perturbations et altérations de la zone d'étude sont révélées par les descripteurs physico-chimiques ; nous pouvons déduire les observations suivantes :

-La Température de l'air est saisonnière et elle détermine celle de l'eau.

-Le pH tend vers la neutralité et les variations sont sensibles.

Donc ces deux paramètres n'ont pas une incidence néfaste sur la faune et la flore du milieu récepteur.

-La conductivité électrique est élevée à la nature carbonatée du bassin versant et à la présence des carrières à proximité de la zone d'étude.

-La valeur moyenne des matières en suspension est supérieure à la valeur limite autorisée.

-Les résidus secs présentent une variation assez importante.

-L'Oxygène dissous, facteur vital pour la faune macro-invertébrée ; est consommé par les micro-organismes pour sa dégradation. Nous soulignons également des taux de saturations un peu inquiétantes.

-La demande chimique en oxygène est considérable mais ne dépasse pas la valeur limite de rejet.

-Les taux en ammonium élevé sauf pour le mois d'octobre ce qui indique qu'il y a une pollution organique.

-Les teneurs en nitrites et nitrates mettent en évidence une minéralisation de l'azote totale, Sachant que la moyenne des nitrites qui est de 1.71 mg/l dépasse les normes.

- La valeur moyenne des phosphates est de 0.38 mg/l, elle ne dépasse pas les normes.

Les concentrations des paramètres analysés confirment l'existence d'une pollution organique et chimique de l'Oued Rhumel à Ain Smara.

Les effets de pollution sont différents, leurs origines aussi différentes ; il y a la pollution organique dont l'action toxique exerce beaucoup plus loin que le point de rejets comme les activités agricoles, les rejets domestiques et urbaines. La pollution chimique se traduit par des modifications de caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur, les substances chimiques toxiques exercent leurs actions immédiatement au point de rejets.

On peut dire que l'Oued Rhumel est affecté par la pollution organique et chimique avec le temps, malgré la présence des projets d'aménagement de l'Oued.

Références bibliographiques :

- **Agence des bassins hydrographiques Constantinois-Seybouse-Mellegue, 2009.** Cahier de l'A.B.H.-C.S.M. n°12, 22p.
- **AFNOR, 1975.** Essais des eaux. Table de solubilité de l'oxygène dans l'eau. NF T90-032, 6 p.
- **AFRI-MEHENNAOUI, F.Z., 1998.** Contribution à l'étude physico-chimique et biologie de l'Oued Kébir-Rhumel et de ses principaux affluents. Thèse de Magister en Ecologie. Université de Constantine, 238 p.
- **ANGELIER, E., 2003.** Ecologie des eaux courantes. Ed. Technique et documentation. Lavoisier, Paris, 199 p.
- **Agence nationale des ressources en eau (A.N.R.H), 2005.**
- **BREMOND, R et VUICHARD, R., 1973.** Les paramètres de la qualité de l'eau. Ed La documentation française. Paris, 173p.
- **DJEDDI, H et LAOUAR, H., 2001.** Pollution métallique et qualité biologique par les macro-invertébrés de l'Oued Rhumel dans la zone urbaine de Constantine : Etude préliminaire. Mémoire d'ingénieur d'état. Université Mentouri, Constantine, 101p.
- **ECKENFELDER, W.W., 1982.** Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Technique et documentation. Ed. Lavoisier. Paris, 503 pp.
- **EGGLISAHW, H. J., 1968.** The quantitative Relationship between bottom fauna and plant detritus in streams of different calcium concentrations. J. Appl. Ecol. 740p.
- **GAUJOUS, D., 1995.** La pollution des milieux aquatiques. Aide-mémoire. Ed. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, 220 p.
- **KHALDI, F.Z et MELGHIT, M., 2007.** Qualité physico-chimique, pollution organique et contamination métallique (Fe, Cu, Mn et Zn) des eaux des Barrages Hammam Grouz, Béni Haroun et de l'Oued Rhumel. Mémoire d'ingénieur d'état. Université Mentouri, Constantine, 109p.
- **LEYNAUD G. et VERREL J. L., 1980.** Modification du milieu aquatique sous l'influence des pollutions, 1-28. In : PESSON P., La pollution des eaux continentales; incidence sur les biocénoses aquatiques. GAUTHIER-VILLARS Ed., Paris. 345 p.
- **LOUP, J P., 1974.** Les eaux terrestres. Collection dirigée par Jean Pelletier. Masson et Cie. Paris, 8 - 14 p.

- **MARTIN, G., 1979.** Le problème de l'azote dans les eaux. Technique et documentation. Ed. Lavoisier. Paris, 279 p.
- **MASSON, J P., 1988.** Suivi de la qualité des eaux superficielles : l'expérience française. In Congrès: La qualità delle aque superficiali. Criteri per una metodologia omogenea di valutazione, Atti del Convegno interazione. Provincia Autonoma di Trento Rovereto Del Garda. Palazzo dei Congressi, (28-29 April), 99-110p.
- **MEBARKI A., 2005.** Hydrologie des bassins de l'Est algérien : ressources en eau ; aménagement et environnement. Thèse d'état. Université Mentouri-Constantine, 306p.
- **MEBARKI A., 1982.** Le bassin du Kébir - Rhumel (Algérie). Hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau. Thèse de doctorat de 3eme cycle. Nancy II, 304 p.
- **MELGHIT. M., 2009.** Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments eau / sédiments de l'Oued Rhumel, et des barrages Hammam Grouz et Béni Haroun. Mémoire de Magister. Université Mentouri, Constantine, 132p.
- **NISBET M et VERNEAUX J., 1970.** Composantes chimiques des eaux courantes ; discussion et proposition de classes en tant que base d'interprétation des analyses chimiques. Ann. de Limnologie. Tome 6, n°2 :161-190.
- **O.M.S, Organisation Mondiale de la Santé, 1980.** Nitrates, Nitrites et composés N-nitroso. Critères d'hygiène de l'environnement, Genève, 5: 112 p.
- **O.M.N.Constantine,** Station Météologique d'Ain EL Bey
- **RAMADE, F., 1993.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Science International. Paris, 822 p.
- **RAMADE, F., 1998.** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. Ed iscience internationale, Paris, 786p.
- **RAMADE, F., 2000.** Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ediscience internationale, Paris, 1075 p.
- **RODIER, J., 2005.** L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 8eme Ed. DUNOD. Paris, 1383 p.
- **VERNEAUX J., 1973.** Cours d'eau de Franche-Comté (massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs Essais de biotypologie. Thèse de Doctorat des sciences Naturelles, Université de Besançon, 257p.

Résumé

L'Oued Rhumel est l'une des ressources en eau les plus importantes dans le constantinois, il est soumis à des pressions démographiques et industrielles très élevées, ces derniers affectent l'Oued par des pollutions de différents types.

L'objectif principal de cette présente étude était la caractérisation de la qualité physico-chimique de l'eau de l'Oued Rhumel en amont de Constantine, dans ce cadre une station de prélèvement (Ain Smara) a été échantillonnée en automne et en hiver.

La mise en évidence de qualité physico-chimique (température, pH, CE, MES, Rs, O₂ dissous, DCO, NH₄, NO₂, NO₃ et PO₄) des eaux nous ont permis de déduire les observations suivantes : température modérée, pH neutre, la conductivité électrique traduit une minéralisation assez forte, les teneurs en matières en suspension et en résidus secs sont fortes, la demande chimique en oxygène présente des teneurs assez importantes, des teneurs élevés en azote (organique et ammoniacale), PO₄ et en la saturation en oxygène dissous.

La préservation de l'écosystème aquatique est notre devoir, c'est pourquoi qu'il faut que chaque personne respecte les lois qui dirigent la protection de l'environnement et surtout le patrimoine hydrique. Il faut aussi que des structures de traitement adéquates et spécialisées être placées avant le déversement des rejets industriels dans le milieu naturel. Ainsi, il faut établir des normes de qualité en tenant compte de la situation des cours d'eau en Algérie, et de nos besoins et objectifs.

Mots clés

Oued Rhumel, qualité physico-chimique, pollution de l'eau, pollution organique, pollution chimique.

Summary

The Rhumel Wadi is one of the most important water resources in the constantinois; it is subjected to demographic and industrial pressures very high, the latter which affect the Wadi by pollution of different types.

The main aim of this present study was the characterization of the physicochemical quality of the water of the Rhumel Wadi upstream of Constantine, within this framework a sampling station (Ain Smara) was sampled in autumn and winter.

The description physicochemical of quality (temperature, pH, EC, MY, Rs, dissolved O₂, DCO, NH₄, NO₂, NO₃ and PO₄) of water enabled us to deduce the following observations: moderated temperature, neutral pH, electric conductivity represents a rather strong mineralization, the contents of suspended matter and in dry residues are strong, the chemical demand for oxygen present of the rather important contents, the high percentages of nitrogen (organic and ammoniacal), PO₄ and in dissolved oxygen saturation.

The safeguarding of the watery ecosystem is our duty; this is why which it is necessary that each person respects the laws which direct environmental protection and especially the hydrous inheritance. It is necessary also that structures of treatment adequate and specialized to be placed before the discharge of the industrial wastes in the natural environment. Thus, it is necessary to establish quality standards by taking account of the situation of the rivers in Algeria, and our need and objective.

Key words

Rhumel wadi, physicochemical quality, water pollution, organic pollution, chemical pollution.

Nom et Prénom : SEBIHI Zineb

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master 2

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Gestion durable des Ecosystèmes et protection de l'environnement

Option : Pollution des écosystèmes et Ecotoxicologie

Thème : LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX DE L'OUED RHUMEL À -AIN SMARA-

Résumé :

L'Oued Rhumel est l'une des ressources en eau les plus importantes dans le constantinois, il est soumis à des pressions démographiques et industriels très élevées, ces derniers qui affectent l'Oued par des pollutions de différents types. L'objectif principal de cette présente étude était la caractérisation de la qualité physico-chimique de l'eau de l'Oued Rhumel en amont de Constantine, dans ce cadre une station de prélèvement (Ain Smara) a été échantillonnée en automne et en hiver. La mise en évidence de la qualité physico-chimique (température, pH, CE, MES, Rs, O₂ dissous, DCO, NH₄, NO₂, NO₃ et PO₄) des eaux nous ont permis de déduire les observations suivantes : température modérée, pH neutre, la conductivité électrique traduit une minéralisation assez forte, les teneurs en matières en suspension et en résidus secs sont fortes, la demande chimique en oxygène présente des teneurs assez importantes, des teneurs élevées en azote (organique et ammoniacale), PO₄ et en la saturation en oxygène dissous. La préservation de l'écosystème aquatique est notre devoir, c'est pourquoi qu'il faut que chaque personne respecte les lois qui dirigent la protection de l'environnement et surtout le patrimoine hydrique. Il faut aussi que des structures de traitement adéquates et spécialisées être placées avant le déversement des rejets industriels dans le milieu naturel. Ainsi, il faut établir des normes de qualité en tenant compte de la situation des cours d'eau en Algérie, et de nos besoins et objectifs.

Mots clé : Oued Rhumel, qualité physico-chimique, pollution de l'eau, pollution organique, pollution chimique.

Jury d'évaluation :

Présidente : SAHLI Leila	(MCA- UFM Constantine).
Rapporteur : AFRI-MEHENNAOUI F-Z	(MCA- UFM Constantine).
Examineur : Examineur : BAZRI K.E.D	(MCB- UFM Constantine).

Année universitaire : 2014/2015