الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

N° Réf :……

Centre Universitaire de Mila

Institut des Sciences et de la Technologie
Département de Science de la Nature et de la Vie

Mémoire Préparé En vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Biologie
Spécialité : Biologie Appliqué et Environnement
Option : Gestion et Fonctionnement des Ecosystèmes Aquatiques et Forestiers

Thème

Evaluation de la qualité des eaux de l'oued Rhume

(paramétres physico-chimiques et biologiques)

Préparé par : - ATROUZ Fatima
-LEFILEF Amina

Promoteur : Djeddi Hamssa **Grade : Maitre assistant Classe « A »**

Soutenue devant le jury :

Président : Mr Tabet Slimene **Grade : Maitre assistant Classe « A »**

Examinatrice : Melle Kherief N Saliha **Grade : Maitre assistant Classe « A »**

Année universitaire : 2013/2014

Remerciements

Avant tout ,nous remercions le dieu tout puissant qui nous a donné le courge et la volonté de réaliser ce travail.Nous remercions . En premier lieu encadreur M. DjEDDI HAMSSA pour diriger ce travail et pour m'avoir donnée les conseils , les encouragements et la patience.Mes remerciements S'adressement aux membres de jury qui ont acceptés de jury ce Modest travail. Nous voudrons remercier .Mlle Kherief N saliha d'avoir accepté d'examiner ce travail. Nous remercions également Monsieur le chef département M. Tabet slimene d'avoir accept é de présider le jury .

Nous tenant à remercier tous nos professeurs qui ont donnés une aide et une part active à l'élaboration de cette étude .

Nous remercions aui les membres de laboration du centre universitaire de Mila .Nous adressons mes sincéres remercierments à tous les enseignants du département des sciences de la Nature et de la vie.

Enfin nous remercions vivement tous les collegus et toutes personnes qui ont contribués de prés ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Fatima

Amina

Download from
Dreamstime.com

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à:

Mes chers parents

Ma chère mère, qui m'a toujours apportée son amour et son affection

Mon chère père, qui m'a toujours encouragée, conseillée dans mon travail.

Mes chérs fréres

surtout mon grand et sa famme et ses fils

Mes chérs sœurs.

A tout ma famille.

Atout (te)s mes ami(e)s.

A la promotion de 2^{éme} Année Master écologie a ceux je respect et j'aime.

Fatima

Listes des Figures

Liste des figures

Figure 01 : Carte des sous-bassins.

Figure 02 : Profil en long de l'oued Rhumel.

Figure 03 : Stations pluviométriques sur le bassin du kébir - Rhumel.

Figure 04 : Carte du réseau hydrographique du bassin versant Kébir.

Figure 05 : Carte des principales agglomérations dans le bassin du Kébir- Rhumel.

Figure 06 : Carte des principaux barrages du bassin du Kébir-Rhumel .

Figure 07 : Carte des rejets industriels dans le bassin versant kébir – Rhume.

Figure 08 : Les ruissellements urbains.

Figure 09 : Source de polluants chimique de synthèse dans l'eau.

Figure 10 : Quelques macroinvertébrés indicateurs, classés par groupe faunistique.

Figure 11 : Circulation de l'eau dans le fourreau d'un trichoptère.

Figure 12 : *Notonecta glauca*, Hémiptères.

Figure 13 : *Nepa apiculata* Hémiptères.

Figure 14 : Site d'étude et localisation des stations de prélèvement.

Figure 15 : La Première station (RH1) en amont de l'oued Rhumel**.**

Figure 16 : deuxième station (RH2) en aval de l'oued Rhumel.

Figure 17 : Épuisette de Surber.

Figure 18 : Variations spatio-temporelles de la température des eaux de L'Oued Rhumel.

Figure 19 : Variations spatio-temporelles de la conductivité électrique des eaux de L'Oued Rhumel.

Figure 20 : Variations spatio-temporelles de pH des eaux de L'Oued Rhumel.

Figure 21 : Variation spatio-temporelles d'Oxygène dissous des eaux de L'Oued Rhumel.

Figure 22 : Variation dans l'espace et dans les tempes de l'indice biotique d'eaux de L'oued Rhume.

Listes des Tableaux

Liste des tableaux

Tableau 01 : Stations pluviométriques sur le bassin du kébir – Rhumel.

Tableau 02 : Données pluviométriques de la région de Constantine.

Tableau 03 : Température moyenne mensuelle en °C.

Tableau 04 : Assainissement des eaux usées urbaines dans le bassin du Kébir-Rhume

Tableau 05 : Nature des pesticides utilisés par les agriculteurs par culture et leurs doses L'hectare.

Tableau 06 : Les principaux indices biologiques utilisés.

Tableau 07 : Les valeurs de l'indice biologique Global Normalisé (IBGN).

Tableau 08 : Calendrier des prélèvements.

Tableau 09: Limites de détermination des unités systématiques.

Tableau 10 : Déterminer les pollutions en fonction des indices biotiques.

Tableau 11 : Valeurs de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique des invertébrés aquatiques .

Tableau 12 : Résultats des paramètres physico-chimiques.

Tableau 13: Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température.

Tableau 14 : Liste des macro-invertébrées récoltées et calcul de l'indice biotiques De l'Oued Rhumel.

Tableau 15 : Indices biotiques et classes de qualité écologiques des deux stations.

Liste des abréviations

Liste des abréviations

CE : conductivité électrique.

DBO : Demande biochimique en oxygène.

DCO : Demande chimique en oxygène.

IB : indice biotique.

IBB : indice biotique belge.

IBD : indice biologique diatomées.

IBGA : indice biologique globale Adaptée aux grandes cours d'eaux.

IBGN : indice biotique normale globalisée.

IBMR : indice biologique Macrophytique en Rivières.

IDR : indice poisson Rivières.

IOBS : indice oligochètes de bio indication des sédiments.

IQBG : Indice de Qualité Biologique Globale.

IQBP : Indice de Qualité Biologique Potentielle.

IQBP : indice de qualité biologique potentielle.

MIB : Macroinvertébrés benthique.

PH : potentiel hydrique.

Sommaire

Sommaire

Première partie : Synthèse bibliographique

Introduction

Chapitre I : Présentation de zone étude

I-Présentation et description du bassin versant Kébir-Rhumel ……. (03)

I-1.Le sou bassin de L'oued Rhumel …….... (03)

I-2.Morphologie et topographie…….....(04)

I-3.Géologie et lithologie……(05)

I -4. Climatologie…….…… (07)

I - 4.1. Pluviométrie…….…….....(07)

I-4.2. Température……...(09)

I-4.3. Vents…….(09)

I-5. Hydrologie…….....(09)

I-6.Socio économie…….....(11)

I-6.1.Population……..……(11)

I-6.2. Alimentation en eau potable des agglomérations……..(11)

I-6.3. Barrages…….....(12)

I-6.4. Assainissement…….....(13)

I-6.5. Agriculture…….....(14)

I-6.5.1. Engrais…….....(14)

I-6.5.2. Pesticides……(15)

I-6.6. Industrie…….....(15)

Chapitre II Généralité sur la pollution

II-1. La pollution de l'eau…….(17)

II-1.1. Définition de la pollution ……(17)

II-1.2. Origine de pollution…….(18)

II-1.2.1. Origine domestique …… (18)

II-1.2.2. Origine industrielle……(19)

II-1.2.3. Origine agricole …… ..(19)

II-1.2.4. Pollution naturelle ……...(20)

II-1.2.5. Origine urbaine et routière ……...(20)

II-1.3. Nature de pollution……...(20)

II-1.3.1. Les polluants de nature biologique…….....(20)
II-1.3.2. Pollution chimique……(21)
II-1.3.3. Pollution thermique ……..(22)
II-1.3.4. Les polluants de nature radioactive……...(23)
II-2.4. Les conséquences de la pollution des eaux …… ... (23)
II -2.4.1. Sur les êtres vivants……. …(23)
II-2.4.2. Sur l'environnement ……...….(23)
II-2.4.3. Conséquence de la pollution par des matières organiques ……....(23)

Chapitre III L'évaluation de la qualité de l'eau

III-1. Les paramètres physico chimiques de l'eau ……. .....(25)
III-1-1. La température……....(25)
III-1-2. potentiel Hydrique …….....(25)
III-1-3. Conductivité électrique …….....(25)
III-1-4. Oxygène dissous…… ..(26)
III-1-5. Salinité……..(26)
III-1-6. Demande biochimique en oxygène (DBO**)**…….....(26)
III-1-7. Demande chimique en oxygène (DCO) …….....(26)
III-2. Les Paramètres biologiques ……..(27)
III-2.1. Généralité sur la surveillance biologique ……...(27)
III-2.2. Les macros invertébrées benthiques en tant qu'indicateurs ……...(27)
III- 2.3. Les principaux types d'indices biologiques ……(29)
III-2.3.1. Indice biologique macro invertébrés…….. (30)
III-2.3.1.1. L'indice biotique selon Verneaux et Tuffery (1967)……(31)
III-2.3.1.2. L'Indice Biotique Belge (IBB)…….....(32)
III-2.3.1.3. Indice biologique global normalisé (IBGN)…….....(34)
III-2.3.1.4. L'indice Chironomidien …….....(35)
III-3. Effets de la pollution sur les macros invertébrés benthiques…….....(35)
III-4. Les Avantages et les Inconvénients des macroinvertébrés benthiques……..(38)
III-4.1. Les Avantages des macroinvertébrés benthiques ……..(38)
III-4.2. Les Inconvénients des macroinvertébrés benthiques…….....(39)

Deuxième partie : Matériels et méthodes

Chapitre IV Matériel et méthode

IV-1. Choix et localisation des stations de prélèvements……..(40)
IV- 2. Liste de matériel de terrain…….. (42)
IV-3. Nature de prélèvement……..(42)
IV-4. Prélèvement et analyse de l'eau…….....(43)
IV-4.1.Mode de prélèvement……..(43)
IV-4.2. Mesures physico-chimiques……...(43)
IV-4.2.1.Température……..... (43)
IV-4.2.2. pH…….....(43)
IV-4.2.3.Conductivité électrique…….....(43)
IV-4.2.4.Oxygène dissous…….....(43)
IV-5. Analyse biologique….....(44)
IV-5.1. Mode de prélèvement…….....(44)
IV-5.2. Traitement et conservation des échantillons ……....(44)
IV-5.3. Liste de matériel en laboratoire……...(45)
IV-5.4. Traitement des échantionnages dans le laboratoire……...(45)
IV-5.5. Détermination des organismes ……..(45)
IV-5.6. Détermination de l'indice biotique (IB) ……..(47)

Troisième partie : Résultats et discussion

Chapitre V : Résultats et discussion

V-1. Les paramètres physico-chimiques …….....……....(51)
V-1.1.Température…….....(51)
V-1.2. pH……..……..(53)
V-1.3. Conductivité électrique ……....(54)
V-1.4.Oxygène dissous…….(55)
V-2. Les paramètres biologiques …….....(56)
V-2.1. Indice biotique(IB)…… …….....(56)
Conclusion

Introduction

Introduction

L'eau constitue àl'heure actuelle la source naturelle la plus indispensable à tout forme de vie, mais aussila plus menacé par les activités humainesurtout par l'extension délimitée des unités industrielles le long des cours d'eau.

Dans les pays d'Afrique du nord, en particulier l'Algérie, l'eau est une denrée très rare, bien que renouvelable, elle existe en quantités limités avec une forte hétérogénéité dans l'espace et dans le temps. Donc il faut économiser et préserver. Parmi les cours d'eau représentatifs de la région nord, l'oued Rhumel est un écosystème aquatique très important compte tenu de son débit, de son impact économique sur la région de Constantine, sans oublié sont rôle majeur dans l'alimentation du barrage de Béni Haroun.

La pollution des écosystèmes est actuellement l'un des plus grands problèmes du siècle, auxquels s'attachent de nombreux pays dans le monde afin de le résoudre, la contamination de la qualité de l'eau a causée la pollution des nappes phréatiques et des sources par des produits organiques et inorganiques. En effet, la pollution des eaux peut être définie comme une modification défavorable de l'équilibre naturel, elle est due à l'introduction de substances polluantes susceptibles de mettre en danger la vie des organismes vivants aussi bien aquatiques que terrestres.

Ainsi l'industrie reste la cause principale de cette pollution par ses différents rejets éliminés dans les cours d'eau naturels, ces derniers sont fréquemment touchés par des pollutions organiques ou chimiques, et servent d'exécutoire aux rejets urbains, agricoles et industriels.

La Composante essentielle des écosystèmes aquatiques, les invertébrés aquatiques fournissent des ressources exploitables tant aux poissons qu'aux êtres humains (comme les crabes, les crevettes et les mollusques), ainsi que des fonctions vitales telles que la décomposition des débris organiques et la sécrétion de substances nutritives pour les plantes.Les macro invertébrés benthiques constituent de bons indicateurs de l'état de santé d'un cours d'eaux, puisque leurs utilisations déterminent l'évaluation de la qualité de l'eau en fonction de degré de pollution.

Une communauté biologique en équilibre avec son environnement se maintient de façonpermanente. Donc toute modification de la composition de la communauté reflète une pollution organique et chimique sur la faune macroinvertébré et provoque des variations de son environnement.

L'objectif du présent travail consiste à :

- L'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux de l'oued Rhumel par la mesure de la température, le pH, la conductivité électrique et l'oxygène dissous.
- L'évaluation de la qualité biologique de l'eau par le calcul de l'indice biotique pour déterminer le niveau de contamination de ce dernier.

Chapitre I

I - Présentation et description du bassin versant Kébir-Rhumel

Un bassin est défini comme une entité topographique et hydrographique dans laquelle se produisent des entrées d'eau (sous forme de précipitations essentiellement, sans oublier les apports souterrains issus d'autres bassins) et où l'écoulement (et le transport de matériaux mobilisés par l'érosion) s'effectue suivant un système de pentes et de drains naturels en direction de l'exutoire ou embouchure du cours d'eau collecteur. «*Les processus de transfert d'eau s'expriment dans les réseaux hydrographiques, considérés comme des éléments linéaires, par opposition aux bassins versants, éléments de la surface terrestre* » (Bravard et Petit, 2000 *in*Mébarki, 2005).Cette unité de drainage est essentielle en hydrologie, affirme Mébarki (2005) : « pas seulement parce qu'elle permet le calcul de bilans mais aussi parce *qu'elle* représente une unité fonctionnelle, qui rend compte d'une dépendance rigoureuse de l'amont à l'aval.. ».L'oued kébir Rhumel est un cours d'eau important dans l'est algérien, il s'écoule sur environ 208 km et son bassin versant déborde largement les limites géographiques du Constantinois. Le calcule de la superficie diffère d'un opérateur à l'autre. La superficie planimétrique 8111 km², sont 20% du territoire du bassin de constantinois.

Le bassin kébir Rhumel peut être subdivisé en trois grandes parties :

-Le bassin supérieur ou domaine des hautes plaines correspondant à l'oued Rhumel et ses affluents.

-Le bassin moyen ou tell sud formé par l'oued Enndja et l'oued Rhumel à l'aval de Constantinois jusqu'à leur confluence, aux environs de sidi-Mérouane.

-Le bassin inférieur ou tell Nord correspond à L'oued El-Kébir, après la confluence de L'oued Enndja et du Rhumel (Benalia, 2005).

I -1. Le sou bassin de L'oued Rhumel

Le bassin versant Kébir-Rhumel est l'un des plus grands bassins hydrographiques importants en Algérie. Il couvre une superficie de 8115 Km2 et possède une façade maritime d'environ 7 Km. Il est centré 36° de latitude Nord, de 7° de longitude Est. Il est subdivisé en 7sous bassins.

Le Kébir-Rhumel prend sa source vers 1160 m dans les marges méridionales du Tell, au Nord-Ouest de Belaà.

Il drainant une superficie de 5315 km Il traverse les hautes plaines Constantinoises, avec une orientation Sud - Ouest et Nord –Est jusqu'à Constantine. La, il change brusquement de direction et tourne presque à angle droit pour couler en oblique vers le Nord-Ouest et confluer avec l'Oued Enndja aux environs de sidi Mérouane. Le long de son parcours, l'Oued Rhumel collecte quelques affluents entre autres : l'Oued Décris, l'Oued Atménia, l'Oued Seguin, l'Oued Smendou et Oued El Ktone (Benalia, 2005).

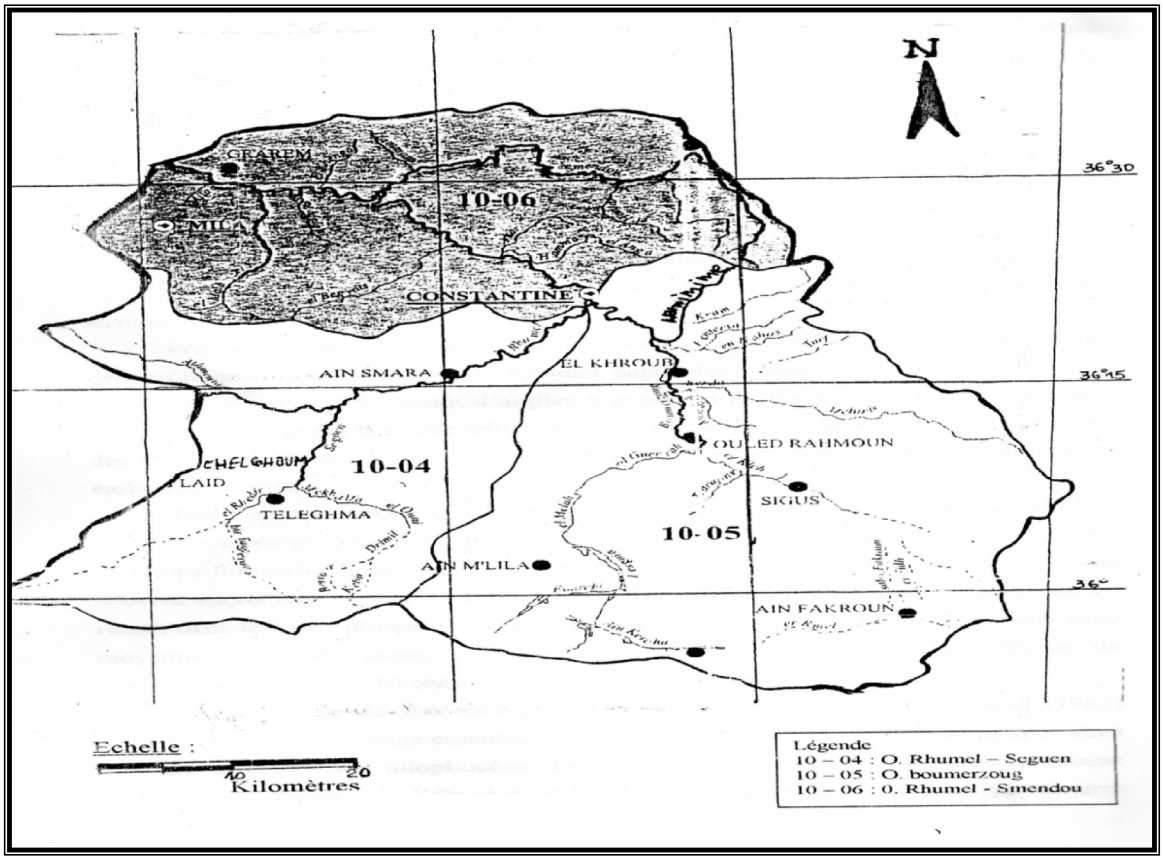


Figure 01 : Carte des sous-bassins (Laouar et Djeddi, 2001)

I-2. Morphologie et topographie

S'étendant entre la mer méditerranée au Nord et les Hautes plaines des lacs salés au Sud, le bassin du kébir Rhumel présente un relief compartimenté, reflet de la nette opposition topographique tell /Hautes plaines. Il est juxtaposé aux bassins de la Seybouse à l'Est et le bassin de la Soummam à l'Ouest.

Les limites du bassin du kébir Rhumel sont très nettes sur la partie tellienne ou elles suivent rigoureusement les lignes de crêtes.

Elles sont souvent plus floues en ce qui concerne la ligne de partage des eaux le séparant du bassin des lacs salés au sud car les limites sont localement imprécises de ce fait .le calcul de la superficie du bassin diffère souvent d'une opération à l'autre (Loauar et Djeddi, 2001).

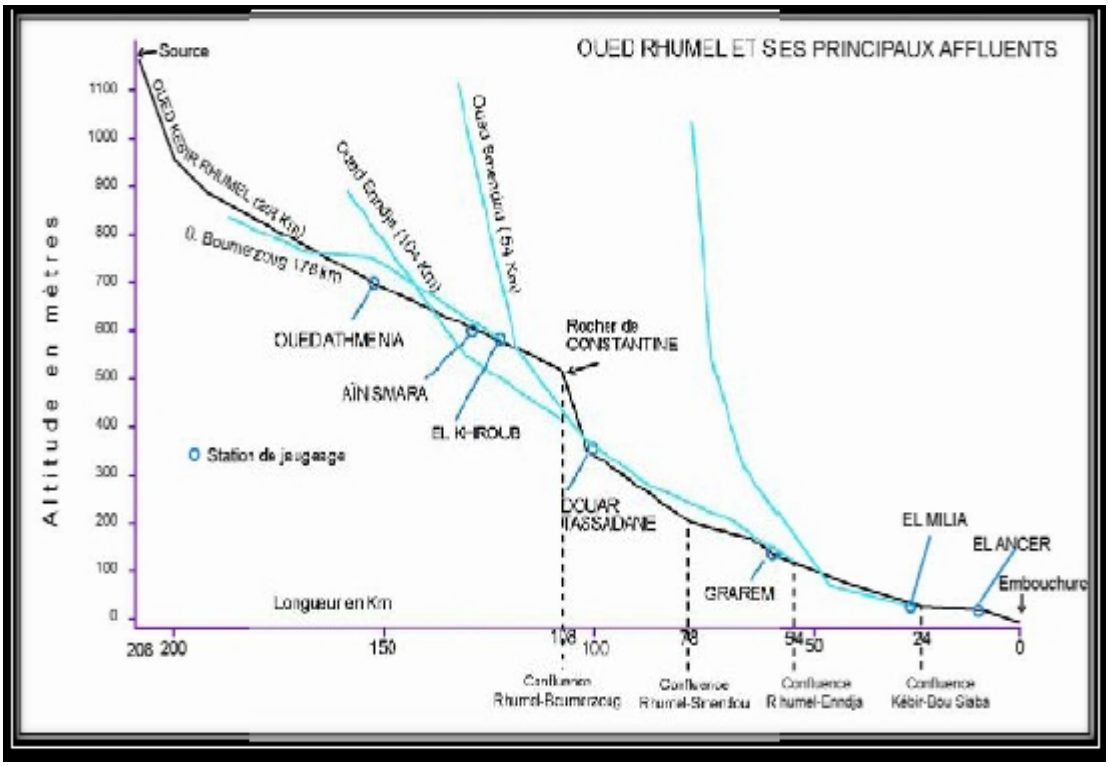


Figure 02 : profil en long de l'oued Rhumel. (D'après Mébarki, 1982 et 1984 ; In Mébarki, 2005)

I -3. Géologie et lithologie

Un cours d'eau, siège de transport d'éléments de diverses natures, verrases paramètres Physico-chimiques fortement influencés par la nature géologique des terrains drainés (Laouar et Djeddi 2001).

La géologie de l'importante surface du bassin versant du Kébir-Rhumel reflète clairement l'aspect lithologique de la zone centrale de l'Est Algérien. L'oued Kébir-Rhumel, le long de 200 km, draine plusieurs domaines géologiques et hydrogéologiques très différents. Il va de soi que cette hétérogénéité du bassin versant provoque des influences différentes sur le régime des cours d'eau conjointement à celles dues à la répartition des précipitations.

De la source à la mer, on rencontre schématiquement 5 grands domaines géologiques et hydrogéologiques.

- **Le domaine des Hautes-Plaines Sud-Constantinoises**

Il est constitué de deux grandes unités lithologiques:

- Les massifs carbonatés du néritique constantinois : Composés de 1 000 à 1 200 m de calcaires Jurassiques et crétacés, ils émergent en horsts très karstiliés de 10 à 100 km2 limités par des abrupts imposants. Au pied de ces massifs, dans la zone d'éboulis, émergent de grosses sources karstiques: Ain Fesguia à la base du Guérioun, AïnFourchi (pompages de 300 Ils aux fins de l'irrigation) au sud d'Ain M'lila et à l'est du Djebel Nif Ennser, Ain Bou-Merzoug au nord du massif du Fortas.
- Les plaines captées alimentent les oueds (haut-Rhume1 et Bou Merzoug) qui drainent les Différentes plaines quaternaires cloisonnées par les djebels calcaires.

Sur l'ensemble de ces plaines, les nappes phréatiques sont activement exploitées pour l'irrigation par gravité des cultures maraîchères.

- **Le bassin néogène de Constantine-Mila**

Cebassinmio-pliocène est à dominance argileuse à l'exception de quelques affleurementsde calcaires lacustres renfermant des ressources exploitées localement. Par ailleurs, émergent de nombreux horsts de calcaires néritiques d'âge jurassique-crétacé donnant lieu à des aquifèreskarstiques hydrothermaux tel le système deHamma Bouziane-Constantine.

- **La dorsale Kabyle et des massifs gréseux numidiens**

Ce domaine, localisé au niveau de la confluence de l'oued Endja et de l'oued Rhumelaunord de Grarem, est constitué essentiellement de grès numidiens sous lesquels apparaissent des calcaires jurassiques très tectonisés de la dorsale kabyle. Ces calcaires donnent naissance à des émergences dont le débit n'est pas négligeable.

- **Le socle granitique et cristallophyllien de la petite Kabylie d'El-Milia**

Au sud d'El-Milia, la vallée du Kébir-Rhumel s'encaisse dans les formations du socle. De Tell vallée, large de 1 à 2 Km, renferme des graviers et des sables alluviaux très abondants. La nappe alluviale, en partie exploitée, constitue à l'opposé des formations du socle, la ressource hydraulique la plus importante du secteur (Mébarki, 1984).

- **Le domaine des «nappes» tectoniques de Djemila**

A l'ouest de ferdjwa, les « nappes » de Djemila sont formées d'une alternance de marnes et des calcaires marneux (Jurassique - Crétacé- Eocène) les niveaux calcaires les plus épais donnent des sources à débit relativement faible ; excepté la source faiblement thermal d'AinHamman qui contribue en partie à l'alimentation de l'oued El kébir- amont (oued Enndja).

I - 4. Climatologie

Les facteurs climatologiques sont dans l'ensemble des variables aléatoires permettant d'expliquer quantitativement les variations du régime hydrologique.Le climat de la région est de type méditerranéen en général à tendance subhumide (semi-aride) marqué par une saison sèche et chaude et une autre humide et froide avec de courtes transitions. La saison humide s'étalant sur 8mois avec une pluviométrie annuelle qui varie entre 350mm et 700mm et une température minimale de 3°à 4° C au mois de janvier par contre la saison sèche à enregistrés des températures maximales de l'ordre 42°C au mois de juillet, les vents dominant sont du secteur Nord-Ouest et sont généralement suivi par des pluies, en hiver les vent du Nord et du Est sont peu fréquents cela est du aux obstacles (reliefs) par contre les vents dominants des gelées fréquentes en moyenne 30 jours par ans (Hadissi, 2010).

1 -4.1. Pluviométrie

Les précipitations constituent le facteur essentiel qui gouverne l'écoulement des cours d'eau. En effet, ils ont un effet direct sur le débit, les matières en suspension et les phénomènes de dilution.

Le bassin versant kébir – Rhumel rassemble sur toute sa superficie vingt deux stations pluviométriques qui se répartit comme suit (Tabl.01 ; fig.03) :

Tableau 01 : Stations pluviométriques sur le bassin du kébir - Rhumel.

(Cahiers de l'ABH, C .S.M, n02, 1999)

Sous-bassins	*Nombre des stations pluviométriques*
Oued Dehmacha-Kébir Amont	**4**
Oued Kébire Amont –Enndja	**1**
OuedKébir Amont	**5**
OuedRhumel-Seuen	**3**
OuedBoumerzoug	**3**
OuedRhumel-Smendou	**2**
OuedKébire-Maritime	**4**

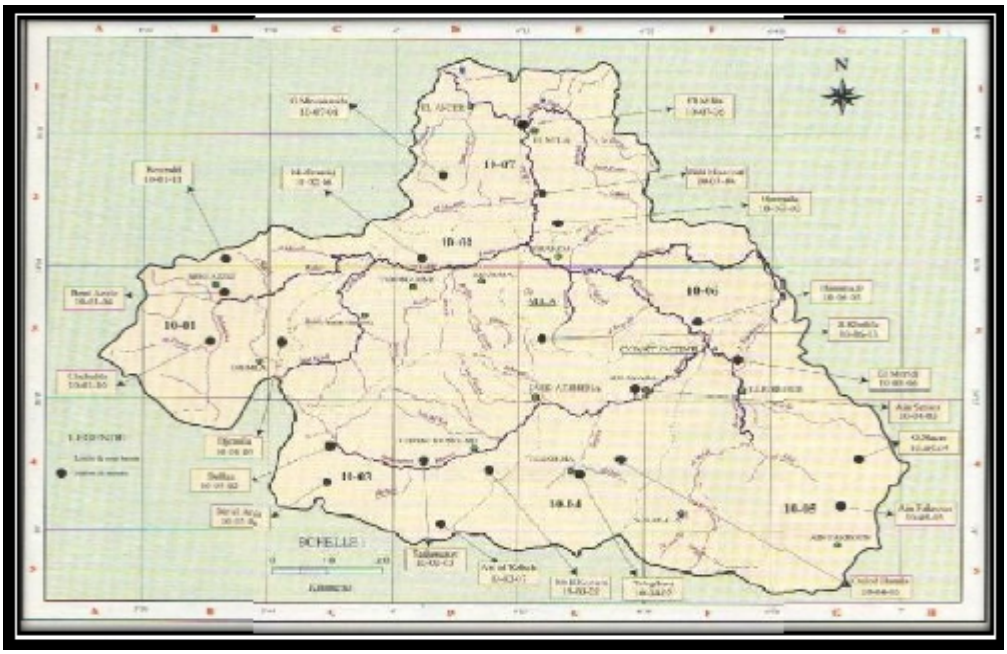


Figure03 : Stations pluviométriques sur le bassin du kébir - Rhumel.

(Cahiers de l'ABH, C .S.M, n02, 1999)

Le bassin versant kébir – Rhumel présente des pluies d'automne ; d'hiver et de printemps, elles sont à la fois faibles et irrégulières. D'après les données fournies par l'A .N. R. H relatives aux différentes stations pluviométriques localisées au niveau de notre étude au cours de l'année 2009 ; comme le montre le tableau (02), nous remarquons que :

- le taux des précipitations diffère non seulement d'une station à une autre mais aussi d'une saison à l'autre.
- le maximum des précipitations est enregistré généralement au mois de décembre. les tableaux ci-dessous montrent les variations annuelles (Malghite, 2009).

Tableau 02: Données pluviométriques de la région de Constantine (O.N.M de Constantine).

	Sept	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Annuel
2006	47,7	8,6	21,2	148	18,3	40,2	150,3	89,4	22,2	15,1	2,4	13,1	576
2007	53,2	37,6	38,9	131,9	12,6	15,4	102,9	22,6	62,6	20,3	3,9	11,2	513,1
2008	68,2	22,2	47,1	24,6	105,7	59,5	76	133	71,5	0,6	6,1	24,6	639,1
2009	136,5	54,8	24,3	61,1	96,4	43,8							

I -4.2. Température

Le bassin du Kébir-Rhumel doit à sa position un climat méditerranéen avec des hivers Doux, des étés chauds et secs mais loin d'être désertique.

Les températures mensuelles et annuelles ne sont pas disponibles. De ce fait, nous avonsMentionné uniquement la température moyenne des années (2004, 2005 et 2006) pour la wilaya de Constantine.

Tableau 3: Température moyenne mensuelle en °C. (Station météorologique D'Ain El Bey, Constantine).

	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
2004	7.2	8.8	10.6	11.9	15.1	21.4	25.7	26.9	21.0	19.4	9.9	7.9
2005	4.6	4.7	10.8	13.2	19.2	23.9	26.8	24.7	21.1	17.8	11.8	7.0
2006	5.5	6.9	11.0	15.6	20.1	24.9	26.8	24.4	21.0	19.1	12.5	8.4

I -4.3. Vents

Le vent est un facteur climatique très important, car il joue un rôle fondamental dans le transport, la propagation et la dissémination des polluants de différentes tailles vu ses caractéristiques de direction et de force. Les vents soufflant sur le bassin du Kébir-Rhumelsont ceux du Nord-Est qui apportent les pluies et qui sont souvent secs et froids(Malghite,2009).

I - 5. Hydrologie

Les éléments fondamentaux de l'hydrologie locale sont les Oueds qui drivaient tout le territoire et s'écoulent du Sud vers le Nord (barrage Béni Haroun) (Hadissi, 2010).

Ainsi, le bassin du Kébir-Rhumel présente un chevelu hydrographique très dense totalisant un réseau de plus de 4200 km (fig4.).

Figure04: Carte du réseau hydrographique du bassin versant Kébir.

(Cahiers de l'ABH, C.S.M, n°02, 1999)

Le bassin du kébir- Rhumel est drainé par deux cours d'eau très importants : l'oued Rhumel dans la partie sud et l'oued Ennjda dans la partie Ouest. La confluence de ces deux oueds à l'aval de grarem donne naissance à l'oued EL kébir, lequel rejoint plus au Nord la Méditerranée.

- **Oued Rhumel**

D'unlinéaire de plus de 123 km c'est l'oued le plus important du kébir - Rhumel. il prend naissance dans les hautes plaines sétifiennes, entaille les groges de constantinojusqu à la confluence de l'oued Enndja et prend ensuite le nom d'ELkébir.

L'Oued Rhumel reflète le type de cours d'eau méditerranéen en Algérie du Nord, l'hydrologie est la conséquence, ils se nomment «Oued» plutôt que rivières pour montrer leur caractère saisonnier (Laouar et Djeddi 2001).

- **Oued Enndja**

D'un linéaire de 15km, il nait à la confluence de l'oued El kébir et de l'oued Radjas. Son lit possède une forme lithologique très intéressante du point de vue hydrogéologique ce qui explique le réseau hydrologique dense du barrage beni Haroun.

- **Oued EL kébir**

Prend sa naissance des deux Oueds précédents. Rhumel et Enndja d'un linéaire de 56km et se déverse dans la mer.

1 -6. Socio économie

Le facteur socio-économique de la région d'étude est très important vu son impact sur l'interprétation du phénomène de pollution et ses diverses sources.

I - 6.1.Population

Plus de 2.500.000 habitants selon l'estimation de 2002, répartis en 90 communes et 06 wilayas. 57 communes sont entièrement incluses dans le bassin et 33 partiellement l'agglomération de Constantine avec 921.893 habitants selon l'estimation de 2008, regroupe 22.5% de la population totale du bassin (Les Cahiers de L'A .B.H -C.S.M, 2009).

I -6.2. Alimentation en eau potable des agglomérations

Le bassin du Kébir-Rhumelcompte cent (100) agglomérations de plus de 2000 habitants en 1998, regroupant une population de 1.432.424 habitants. Sur ces cent agglomérations quatre vingt douze agglomérations sont dotées d'un réseau de distribution qui totalise un linéaire de plus de 2075 km, et disposent d'un potentiel de stockage d'environ 210.000 m^3 (fig. 5).

Figure 05: Carte des principales agglomérations dans le bassin du Kébir- Rhumel (ABH, C.S.M, 2012).

I-6. 3. Barrages

Le bassin du Kébir-Rhumel compte actuellement deux barrages en exploitation: Oued Ath mania et Beni Haroun, ainsi que plusieurs retenues collinaires (fig.6).

Figure 06 : Carte des principaux barrages du bassin du Kébir-Rhumel (ABH, C.S.M, 2012).

I -6.4. Assainissement

Parmi les cent agglomérations de plus de 2000 habitants en 1998, quatre vingt onze sont dotées d'un réseau hydrographique d'assainissement, qui totalise près de 1400 km (tab.4).

Parmi ces quatre vingt onze agglomérations, une seule possède deux stations de relevage : s'agissant de stations d'épuration, deux agglomérations parmi les cent incluses dans le bassin en possèdent. La première localisée à Constantine fonctionnant selon le principe de la boue activée, d'une capacité de 400.000 équivalents habitants, extensible à 800.000 équivalents habitants,dimensionnée pour un débit moyen de 800 l/s et traitant actuellement un débit de 150 l/s. La deuxième à Oued Atmania traitant les eaux usées de Chelghoum Laid fonctionnant selon le principe de la boue activée à faible charge, d'une capacité de 45.000 équivalents/habitants, extensible à 67.500 équivalents/ habitants, dimensionnée pour un débit de 46 l/s.

Tableau 4 : Assainissement des eaux usées urbaines dans le bassin du Kébir-Rhumel

Sous bassin	*Agglomération*	*Wilaya*	*Linéaire (ml)*	*Type de réseau*	*Lieu de rejet*
10 01	Tassadane	Mila	3178	unitaire	O.ElKébir
10 01	Toumeselt	Mila	1075	//	O.ElKébir
10 02	Tessala Centre	Mila	2400	//	O.ElKébir
10 02	Bougherdaine	Mila	2600	//	O.Enndja
10 02	Sidi Merounae	Mila	25660	//	O.Enndja
10 02	Ras El Bir	Mila	8966	//	O.Enndja
10 02	Terai Beinen	Mila	5700	//	O.Enndja
10 02	Zouabi	Mila	4840	//	O.Enndja
10 02	Rouached	Mila	9800	//	O.ElKébir
10 03	Chelghoum L.	Mila	97827	//	STEP vers O. Rhumel
10 03	Djemaa Lkhdr	Mila	14238	//	STEP vers O. Rhumel

I - 6.5. Agriculture

Le bassin du Kébir-Rhumel se caractérise par une agriculture mixte, traditionnelle(Irrigation gravitaire) et moderne (irrigation par canaux d'aspersion), tout dépend du type deculture. La superficie actuellement irriguée dans le bassin est de 2679 hectares consommant un volume annuel de 27,65 hm3.

Les principales activités des périmètres irrigués sont essentiellement les cultures maraichères et l'arboriculture, afin d'atteindre la production nécessaire, il était important de développer des techniques et des stratégies de culture et d'autoriser l'usage de certains produits chimiques et organiques tel que les engrais et les pesticides pour améliorer les rendements et lutter contre les parasites et lesmaladies.

I - 6.5.1. Engrais

Les engrais les plus utilisés en agriculture au niveau du bassin du Kébir-Rhumel sont lesammonitrates (33%) et les superphosphates (45%).Les engrais augmentent sans doute les rendements, mais contribuent surtout par leur utilisation excessive à la pollution des sols, dessédiments et des cours d'eau où les concentrations en nitrates, phosphates et leurs dérivés leplus souvent élevées.

I -6.5.2. Pesticides

Comme pour les engrais, l'utilisation abusive et intense des pesticides organiques et ou minéraux conduit sans aucun doute à une contamination des sols, des eaux et des sédiments (tab.5).

I -6.6. Industrie

Aux alentours du bassin versant Kébir-Rhumel, le tissu industriel est surtout concentré autour des grandes agglomérations (Constantine, El Khroub, Chelghoum Laid, HammaBouziane, Mila,…). Plusieurs industries sont alimentées par leurs propres forages, ou leurs propres puits. Il n'a pas été possible d'accéder à toutes les installations, et les renseignementsrecueillis traduisent un volume global alloué à ces installations de 13.679 m3/j soit 4.99 hm3/an (fig.7).

Tableau 5 : Nature des pesticides utilisés par les agriculteurs par culture et leurs doses à L'hectare (Cahiers de l'ABH, C.S.M, 2002).

N°	*Type de pesticide*	*Nature du pesticide*	*Matière active*	*Culture*	*Dose à l'hectare*
1	Insecticide	Cyper.M25 EC	Cypermethrine	C.Maraichères	5 l/ha
2		Decis EC25	Deltamethrine	C.Maraichères	200 ml/ha
1	Fongicide	Artea	Cyproconazole + Propiconazole	Céréales	5 l/ha
2		Punch 40 ES	Flusilazol	Céréales	1 l/ha
3		Mancozebe80%	Mancozebe	C.Maraichères	250 g/ha
4		Bouillie de bordelaise	Sulfates de cuivre	C.Maraichères	6 kg/ha
5		Pelt 44	Thioplanate-Méthyl	C.Maraichères	0.1 l/ha

Figure 07 : carte des rejets industriels dans le bassin versant kébir – Rhumel (ABH-C .S . M, 1999).

Chapitre II

II - Généralité sur la pollution

Le terme « pollution » désigne toute modification défavorable du milieu naturel, qui parait en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités réactives du milieu (1er Rapport du conseil sur la qualité de l'environnement de la Maison Blanche, 1965, *in*Ramade, 2002).

La pollution est la dégradation d'un écosystème par la diffusion, comme sous-produit involontaire d'une activité humaine, d'agents matériels, les polluants, qui rendent ce milieu malsain, dangereux ou qui dégradent les conditions de vie (Chiroleu – Assouline, *in*Veyret, 2007).

Elle peut être définit également, comme la surexploitation des capacités d'autoépuration du milieu naturel (Khaled, 1995). En effet, pendant longtemps, les eaux souterraines étaient pures car le passage dans les roches poreuses joue un rôle de filtre et elles s'auto nettoient grâce aux bactéries aérobies et anaérobies. Mais, depuis quelques années, ces nappes sont touchées par la pollution car les bactéries ne parviennent plus à l'enrayer assez rapidement. Dans le cas des fleuves, des rivières et des cours d'eau, si la source polluante est maitrisée, l'eau en mouvement se renouvelle et peut donc se nettoyer (Khamar et *al,* 2000).La pollution résulte de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à son altération (Gaujous, 1995).

II-1. La pollution de l'eau

II -1.1. Définition de la pollution

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique ou biologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et par ses activités. Elle perturbe les conditions de vie et l'équilibre du milieu aquatique et compromet les utilisations de l'eau (Facih et *al*, 2010).

(Djennas et *al*, 2003) définie la pollution de l'eau comme une introduction de n'importe quelle substance dans une rivière, un cours d'eau, Un lac, ou dans l'océan qui altère les ressource naturelles de ces environnements.

Actuellement, la pollution des eaux est devenue un phénomène universel qui menace gravement l'environnement et qui nécessite une lutte soutenue, car de nombreux produits agricoles et industriels sont de plus en plus responsables de l'apparition de cette forme de pollution.

II-1.2. Origine de pollution

Concernant les origines de la pollution selon l'origine de substances polluantes, Cinque catégories de pollution sont à distinguer :

II-1.2.1. Origine domestique

Elle provient des habitations et elle est, en général, véhiculée par le réseau d'assainissement, jusqu'à la station d'épuration et aussi des utilisations à la maison (eau des toilettes et des lavages), celle-ci représentent environ 150 litres par jour et par habitant. la pollution domestique se caractérise par la présence des germes fécaux ; de fortes teneurs en matières organique, des sels minéraux et des détergents .aux eaux domestiques traditionnelles s'ajoutent les eaux de pluies et les eaux « collectives » de lavage des rues, des marches, des commerces des bâtiments scolaires, des hôpitaux (Gaujou D. 1995).

Les eaux usées domestiques et collectives représentent 400 litres par jour et par habitant, elles peuvent être responsables de l'altération des conditions de transparence et d'oxygénation de l'eau, ainsi que du développement de l'eutrophisation dans les rivières (Faurie C, Erra C, Médorie P, Devane j, Remptime j.L. 2003)

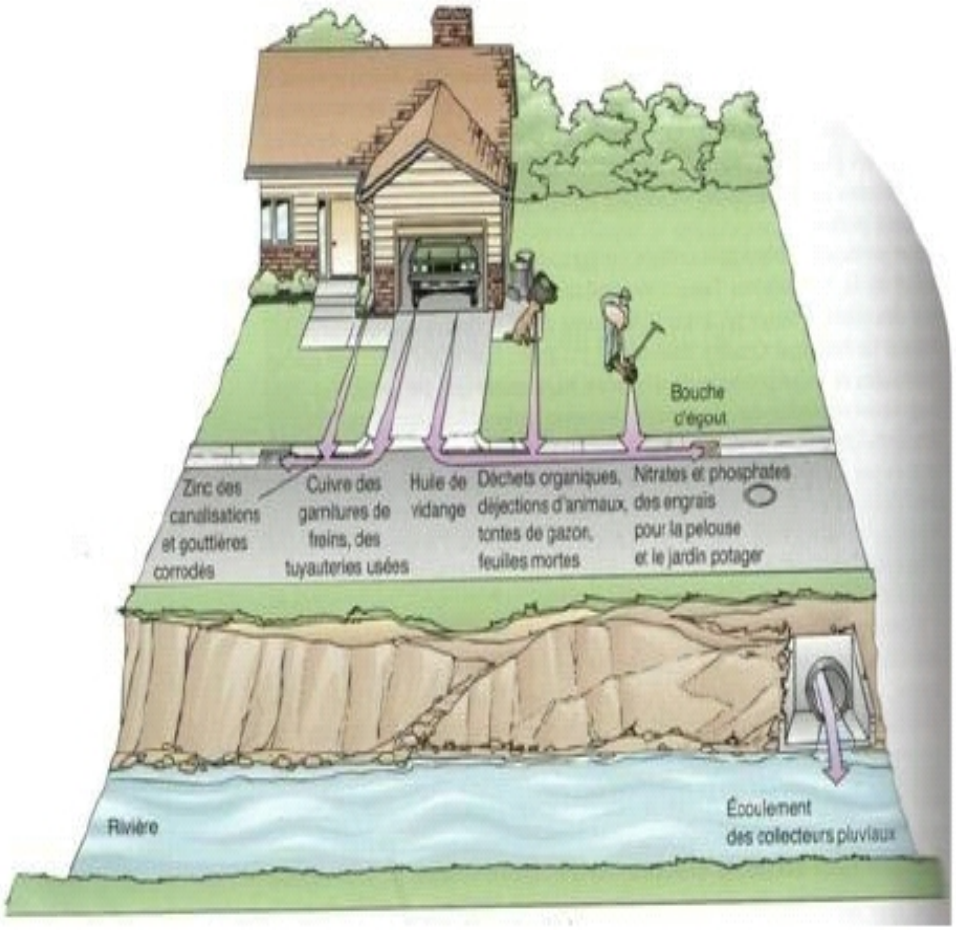


Figure08 : Les ruissellements urbains (Raven et al, 2009)

II-1.2.2. Origine industrielle

Les effluents industrielles peuvent causer des pollutions organiques (industries agroalimentaires), chimiques (tanneries, usines textiles, travaux des métaux) ou physiques (réchauffement par les centrales thermiques, matières en suspension des mines ou de la sidérurgie). Ils peuvent avoir un effet toxique sur les organismes vivants et nuire au pouvoir d'autoépuration de l'eau, ou causer l'accumulation de certains éléments dans la chaine alimentaire (métaux, pesticides, radioactivité) (Djennas et *al,* 2003).

II-1.2.3. Origine agricole

Se développe depuis que l'agriculture est entrée dans un stade d'intensification surtout dans le domaine des cultures labourées, les herbicides, insecticides et autres produits phytosanitaires s'accumulent dans les sols et les nappes phréatiques.

La concentration des élevages donne un excédent de déjections animales ; celles-ci s'évacuent dans les cours d'eau et les nappes souterraines ; elles constituent une source de pollution bactériologique.

Les engrais chimique (nitrates et phosphates) altèrent la qualité des nappes souterraines qui atteignent par infiltration les eaux (Facih et *al*, 2010).

II-1.2.4. Pollution naturelle

Certains auteurs considèrent que divers phénomènes naturels sont aussi à l'origine de la pollution (éruption volcaniques, etc.) (Grosclaude G. C.1999).

II-1.2.5. Origine urbaine et routière

Les risques de pollution apparaissent à la construction des réseaux routiers puis à leur exploitation (hydrocarbures, métaux lourds) en ville. La contamination possible des nappes par les eaux usées, par les fuites des cuves de carburants, l'imperméabilisation des surfaces produit une forte quantité d'eaux de ruissèlement chargées en produits polluants divers (Djennas et *al*, 2003).

Actuellement l'eau usée traitée provenant des stations d'épuration existants, lorsque celles-ci sont opérationnelles ; est rejetée dans les oueds, mais dans les régions ou les besoins en eau ne sont pas satisfaisants (Boualem, 2007).

II-1.3. Nature de pollution

II-1.3.1. Les polluants de nature biologique

Dans leur immense majorité, les substances polluantes, qu'elles soient gazeuses liquides ou solides, sont susceptibles de contaminer l'hydrosphère. L'entendue de la contamination est pro parte liée à leur degré de solubilité. cependant, l' expérience révèle que des substances aussi peu solubles dans l'eau tel que les hydrocarbures liquides ou les insecticides organochlorés peuvent s'insérer dans les biocénoses limniques ou marins et causer de multiples désordres.

La pollution microbiologique des eaux se traduit par une forte contamination par de nombreux agents pathogènes, bactéries et virus. elle soulève dans bien des cas de redoutable problème d'hygiène publique qui ne sont pas limités aux seuls pays du tiers monde.

cette extension incessante de la pollution microbiologique des eaux continentales et littorales a pour conséquence recrudescence d'affections telles que les colibacilloses ou les hépatites virales, dont la fréquence s'accroit avec la régulation dans les nations industrialisées (Ramade, 2005).

-La pollution des eaux par des matières organiques

Certains de ces polluants ont une influence sur la qualité organoleptique de l'eau, sur son comportement dans le réseau de distribution, mais sans effet appréciable sur la santé du consommateur. (Djennas et *al*, 2003).

Les matières organiques (MO) sont tous les déchets carbonés tels que la cellulose produite par les papeteries, les sucres ou le lactosérum des industries agroalimentaires a l'inverse des MES. Ces matières constituent une nourriture de choix pour les micro-organismes (mo) de l'eau et provoquent leur prolifération, les (mo) se mettent alors à vider le milieu de sont oxygène, ce qui s'avère fatal pour la vie aquatique, lorsque le milieu se retrouve totalement vidé de son oxygène (Emilian, 2004).

L'introduction de matières organiques biodégradables dans un cours d'eau va provoquer à l'aval du point de rejet, une modification du milieu naturel, cette modification se traduira notamment par une baisse de l'oxygène dissous liée à la dégradation de la matière organique (Gaujous, 1995).

La quantité de matière organique présente dans l'eau se mesure en oxygène exprimé en mg/l pendant un nombre de jours précis à une température donnée (Raven, 2009).

II-1.3.2. Pollution chimique

Ce type de pollution des eaux de surface résulte le plus souvent de l'introduction dans le milieu de substances à effet toxique, de critères multiples et d'origines divers (pesticides, détergents, métaux lourds, etc.). La pollution chimique des eaux peut être chronique, accidentelle ou diffuse. Elle peut être due à :

- L'insuffisance de certaines stations d'épuration.
- L'absence de réseaux d'assainissement dans certaines zones.
- le lessivage des sols, mais aussi des chaussées et des toits par les pluies.
- Le rejet d'effluents par les industries.

La pollution minérale des eaux résulte de la libération dans ces dernières de divers métaux toxiques et de substances inorganiques telles les nitrates, les phosphates et autres sels minéraux nutritifs utilisés en agriculture comme fertilisant, enfin de divers résidus rejetés par la métallurgie et d'autres activités (Ramade, 2005).

ce type de pollution est classé en deux catégories :

-La pollution biodégradable.

-La pollution non biodégradable.

Parmi les polluants non biodégradables figurent les substances minérales et certains composés organiques tels que les composés aromatiques. Les composés biodégradables se composent de substances organiques de composés azotés et phosphorés (Bouhmar et Merah, 2007).

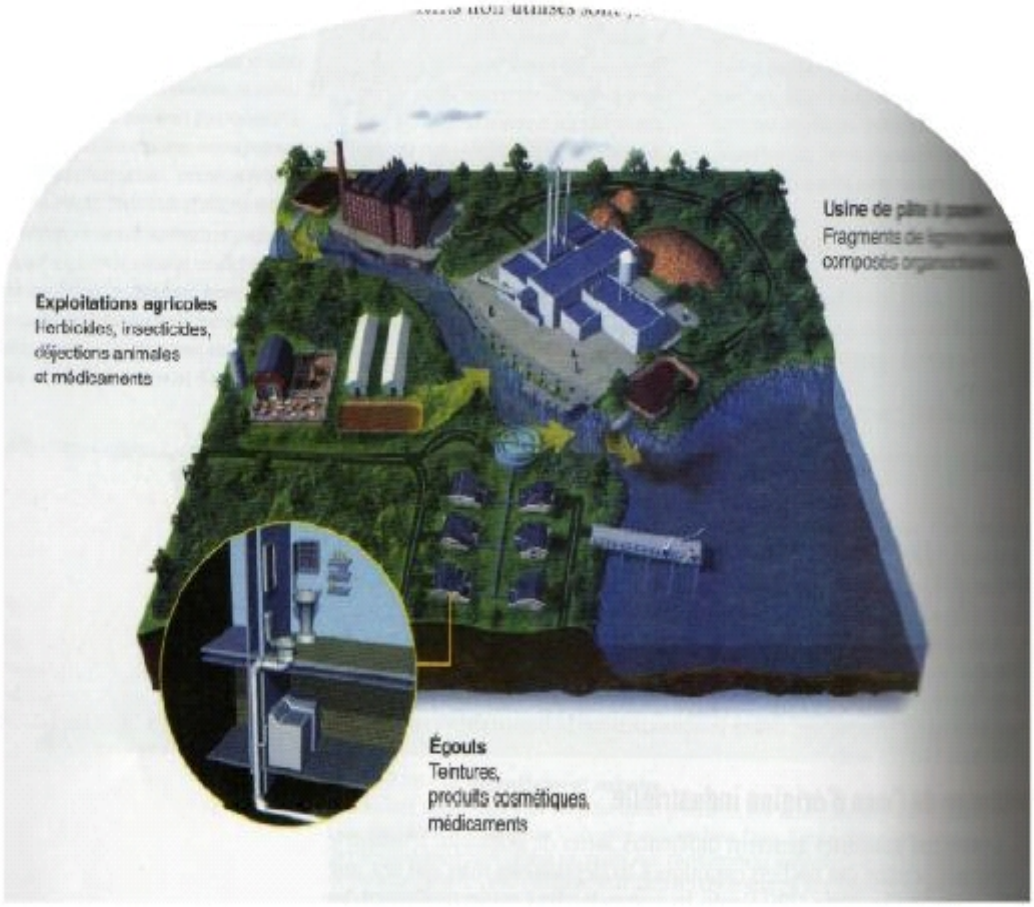


Figure : 09 Source de polluants chimique de synthèse dans l'eau (Raven et al, 2009)

II-1.3.3. Pollution thermique

Est due au rejet des eaux, utilisées pour le refroidissement d'installations industrielles diverses, cet échauffement engendre de nombreux inconvénients tels que appauvrissement des eaux en oxygène (koller, 2004).

II-1.3.4. Les polluants de nature radioactive

Les plus grands parties de nos connaissances sur le déplacement et l'atténuation des polluants inorganiques proviennent de recherches hydrogéologiques réalisées au moyen de traceurs radioactifs ou d'études sur les sites d'élimination des déchets radioactifs (Djennas et al 2003).

La pollution des eaux de surface par des substances radioactives pose un problème de plus en plus grave, imputable au fonctionnement des réacteurs, à l'utilisation des isotopes radioactifs en médecine, dans l'industrie et dans divers autres branches d'activité civile et aux provenant des essais d'armes nucléaires (Boussouf, 2010).

II-2.4. Les conséquences de la pollution des eaux

II -2.4.1. Sur les être vivants

La pollution des eaux peut avoir des conséquences sur la santé de l'homme. Les maladies provenant de l'eau polluée tuent encore aujourd'hui des millions de personnes chaque année dans les pays pauvre. Il s'agit aussi bien de maladie provoquée par le fait de boire de l'eau polluée que de maladies dues d'un simple contact de la peau avec cette eau (Boukherrouba et Sadrati, 2010).

II - 2.4.2. Sur l'environnement

Les rejets organiques peuvent asphyxier les zones de frayères et nurseries, essentielles pour la vie aquatique, et conduisent à la formation des vases réductrices toxiques pour plantes et animaux marins. (Willard et Roback, 1974).

II -2.4.3. Conséquence de la pollution par des matières organiques

L'introduction de matières organiques biodégradables dans un cours d'eau va provoquer, à l'aval du point de rejet, une modification du milieu naturel.

Cette modification se traduira notamment par une baisse de l'oxygène dissous liée à la dégradation de la matière organique, suivie si les conditions le permettent par un retour progressif à la normale. Ce phénomène est décrit sous le nom d'autoépuration. (Gaujous, 1995).

Chapitre III

III -L'évaluation dela qualité de l'eau

L'évaluation de la qualité biologique des eaux de surface ,un aspect de l'écologie aquatique, étudie les relation entre les organismes vivants dans l'eau et leur milieu ,puis les relation des organismes entre eux ,les méthodes de diagnostic basée sur la faune macro invertébrée des cours d'eau ,simple à échantillonner et à identifier ,représente le complément indispensable des analyses physico chimiques, elles sont exprimées par l'indice biotique (Afri et Sahli, 2007).

La qualité d'une eau est caractérisé par les diverses substances qu'elle contient, leurquantité et l'effet qu'elles ont sur l'écosystème et sur l'être humain, c'est la concentration deces différents éléments qui détermine la qualité d'une eau et permet de savoir si celle-ciconvient à un usage particulier. Même l'eau des rivières et des lacs les moins influencés parles activités humaines n'est pas pure (Benaziza et Amieur, 2007).

Les cours d'eau sont classés en quatre catégories:

- **Bonne** : Ce sont des eaux aptes à tous les usages comme la fabrication d'eauPotable ou l'abreuvage des animaux, l'arrosage ou l'irrigation, etc., sans oublier lesactivités de loisirs, et qui, par ailleurs, assurent une vie piscicole normale.
- **Moyenne** : Ce sont des eaux où la vie piscicole est perturbée, au moins dans cesaspects reproduction. Elles permettent encore la production d'eau potable, mais avecdes traitements plus poussés, donc plus chers. Elles peuvent encore être utiliséespour l'irrigation, mais non pour abreuver les animaux ou pour l'arrosage direct desproductions végétales de type fruits ou légumes. Cette eau peut servir pour certainsusages industriels.
- **Mauvaise** : Ce sont des eaux où la vie piscicole est perturbée. Seuls des usagesindustriels de type refroidissement sont possibles. Les activités de loisir autres que lanavigation et la baignade sont déconseillées ou interdites. L'irrigation est toléréesous certaines conditions.
- **Très mauvaise** : Ces eaux sont des dangers pour la santé publique.

III -1.Les paramètres physico chimiques de l'eau

La mesure de certaines variables de qualité de l'eau peut fournir des informationsconcernant les types de polluants et leurs impacts sur le cours d'eau (Moisan et *al*, 2008).Les propriétés physico chimique les plus intéressantes pour l'évaluation de la qualité de l'eau sont les suivantes :

III-1-1. Température

La température a une grande importance dans l'étude et la surveillance des eaux quelle soient souterraines ou superficielles (Laouar et khoubache, 2006).

La température de l'eau est un facteur important de la vie d'un cours d'eau. Son élévation anormale est essentiellement due à un apport direct de chaleur provenant des industries utilisation l'eau comme fluide réfrigérant (Bremond et Vuichard, 1973),Les températures élevées résultant des eaux chargées ont un impact écologique sur le milieu Aquatique(Laouar et Djeddi, 2001).

III-1-2. Potentiel Hydrique

La mesure du pH est très importante. Ce paramètre conditionne l'équilibre physico chimique d'une eau. Cet équilibre dépend de l'origine de ces eaux qui peut être naturelle ou artificielle (Laouar et khoubache, 2006).

Le pH n'a pas une incidence écologique directe forte entre 5 et 9. Cependant, il influence sur la forme des produits chimiques et il peut avoir une incidence directe sur leur toxicité (Gaujous, 1995).

III-1-3. Conductivité électrique

La conductivité électrique est une expression numérique de la capacité d'une solution aqueuse à conduire un courant électrique. Cette capacité dépend de la présence des ions, de leurs concentrations et de la température des mesures, le test étant une mesure d'un courant électrique crée par des substances ionisées (Csuros, 1994).la mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité des sels dissous dans l'eau.

III-1-4. Oxygène dissous

Constitue en définitive un facteur limitant pour la plupart des organismes tant dans les eaux douce, qu'océanique (Ramade, 2005), Le taux de l'oxygène dissous constitue le paramètre le plus sensible à l'apport de pollution organique dans cour d'eau (Laouar et khoubache, 2006).

III-1-5. Salinité

Désigne la quantité de sels dissous dans un liquide, notamment l'eau qui est un puissant solvant pour de nombreux minéraux représentés par les sels minéraux (calcium, sodium, potassium, magnésium, sulfate). Il ne faut pas confondre la salinité avec la dureté de l'eau qui est relative à son dosage en calcium et magnésium (AnonymeA **).**

III-1-6. Demande biochimique en oxygène (DBO)

La DBO est définie par la quantité d'oxygène nécessaire aux microorganismes vivants présents dans le milieu pour assurer l'oxydation et la stabilisation des matières organiques présentes dans l'eau. Par convention la DBO est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation, DBO_5(Martin G, 1982).

III-1-7. Demande chimique en oxygène (DCO)

LaDCO est la quantité d'oxygène nécessaire pour obtenir uneoxydation complète des matières organiques et minérales biodégradables ou non présentes dans l'eau.et oxydable dans des conditions opératoires définies (Calvet R, Barriuso E, Benoit P,charnayM.p, coquetY. 2005), Soit donc à la fois les matières oxydables par les processus purement chimique et celles oxydables par les processus biochimiques (Bousseboua H, 2005).

III -2. Les Paramètres biologiques

III -2.1. Généralité sur la surveillance biologique

Pour une meilleure protection et gestion de l'écosystème aquatique la bio surveillance est devenu une nécessité, la réglementation à ce sujet devient d'ailleurs de plus enpluscontraignante. Aux méthodes physico-chimiques traditionnelles se sont ajoutées des approches biologiques.

La surveillance biologique est reconnue, comme unecomposante essentielle des programmes de surveillance de la qualité de l'eau (Barbour*et al.*1999; WFD, 2003 ; Moison et Pelletier, 2008).

Ainsi, la surveillance biologique et la surveillance physicochimique des cours d'eau sontconsidéréescomme des outils complémentaires. En général, la surveillance biologique mesure les effets des perturbations sur les communautés biologiques en place, la surveillance physicochimique mesure Les agents stressants, en d'autres mots lacontamination environnementale.

La surveillance de la qualité de l'eau basée exclusivementsur la mesure de la concentration de polluants dans l'eau ne permet pas de tirer des conclusions sur la santé de l'écosystème. Elle ne renseigne pas sur la qualité de l'habitat, n'évalue pas l'effet des polluants non mesurés ou présents à des seuils inférieurs aux limites de détection des méthodes analytiques, ni les effets synergiques, additifs et antagonistes des différents polluants sur les organismes vivants,des mesures relatives aux êtres vivants sont souvent nécessaires, la surveillance biologique s'avère donc l'outil principal pour évaluer la santé biologique desmilieux aquatiques (Moisson et Pelletier, 2008).

III -2.2. Les macros invertébrées benthiques en tant qu'indicateurs :

Il est bien connu que dans les conditions naturelles, un certain nombre de facteurs abiotiques ont une grande importance sur la distribution des espèces et des communautés benthique. A l'échelle de ces derniers ont été décrits des indicateurs écologiques qui utilisent des indices empiriques (abondance) ou théorique (diversité) et des espèces indicatrices de la qualité du biotope (Laouar et Djeddi, 2001).

Parmi les communautés biologiques, les communautés de macroinvertébrés benthiques sont les plus utilisées pour évaluer l'état de santé global des écosystèmes. Ce sont des organismes qui vivent dans le fond d'un cours d'eau et des lacs, qui ne s'en éloignent que de peu durant la majeure partie de leur vie.

Dépourvus de colonne vertébrale, ils sont visibles à l'œil nu, on retrouve dans cette catégorie les larves d'insectes aquatiques, quelques insectes aquatiques adultes, les crustacés, les mollusques et les vers.

Les principaux ordres d'insectes aquatiques appartenant à cette catégorie d'organismes sont les suivants : Éphémères, Plécoptères, Trichoptères, Diptères, Coléoptères, Mégaloptères, Hémiptères, Odonates et Lépidoptères (Gagnon et Pedneau, 2006).

Ils sont reconnus pour être de bons indicateurs de la santé des écosystèmes aquatiques en raison de leur sédentarité, de leur cycle de vie varié, de leur grande diversité et de leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat (Moisan, 2008).

Ils sont abondants dans la plupart des rivières et faciles à récolter. De plus, leur prélèvement a peu d'effets nuisibles sur le biote résident (Barbour*et al,* 1999).Le suivi des macros invertébrés benthiques est utile pour :

- évaluer l'état de santé global des écosystèmes aquatiques;
- suivre l'évolution de l'état de santé d'un cours d'eau au fil du temps;

- évaluer et vérifier l'effet d'une source de pollution connue sur l'intégrité de l'écosystème;
- évaluer les impacts des efforts de restauration (habitat et qualité de l'eau);
- apporter un complément biologique au programme de surveillance de la qualité bactériologique et physicochimique des cours d'eau;
- documenter la biodiversité des macros invertébrées benthiques dans les cours d'eau.

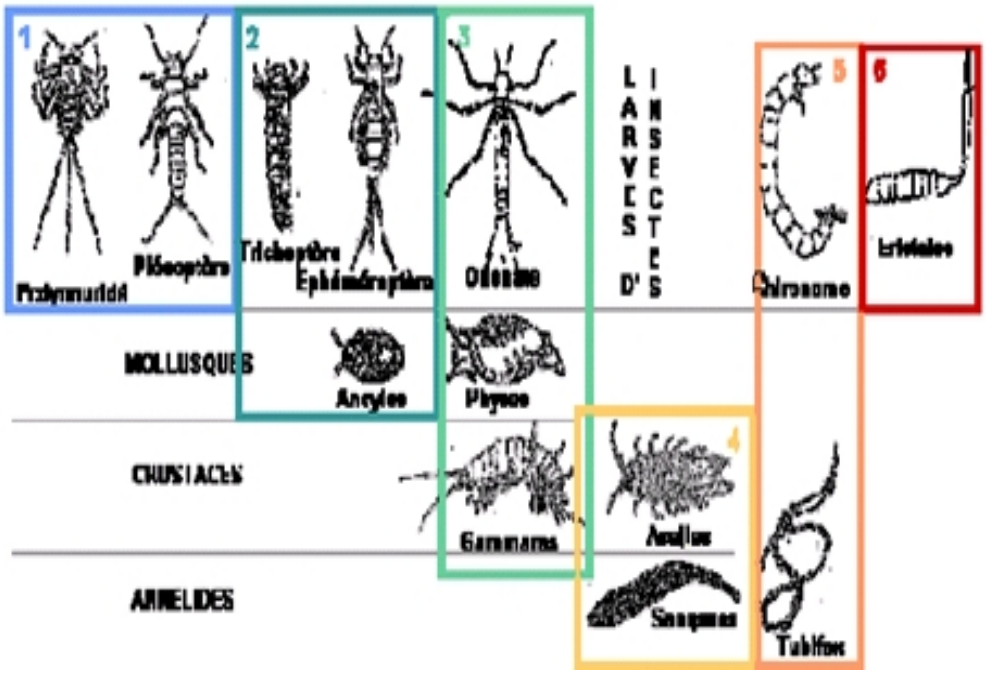


Figure 10: Quelques macro invertébrés indicateurs, classés par groupe faunistique (Verneaux1982).

Ils intègrent les effets cumulatifs et synergiques à court terme (allant jusqu'à quelques années) des multiples perturbations physiques (modifications de l'habitat), biologiques etchimiques dans les cours d'eau.

Les observations sur le macroibenthos avec la caractérisation d'espèce indicatrices sont très utiles pour le diagnostique de la qualité des sédiments en conditions naturelles ou après une perturbation amenée par une contamination par la matière organique. Les espèces indicatrices peuvent même contribuer à l'établissement d'un pronostic quant à une éventuelle restauration dont la vitesse est très dépendante du faciès sédimentaire (Marchaud et Caprais 1981, in Lacaze 1993).

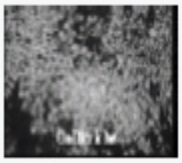
Elles sont par contre, inefficaces pour dépister l'impact d'autres pollutions. C'est à partir de ce constat, que se sont développées les méthodes écologiques de détection des pollutions qui utilisent deux principes assez différents :

- soit la recherche d'organismes dit « indicateurs de la qualité des eaux » en se référant à une liste d'animaux et de végétaux classés en fonction de leurs réactions à la pollution.
- soit l'étude et la caractérisation des changements de structures biocénotiques ou mathématiques (Djeddi et Laouar, 2001).

III - 2.3. Les principaux types d'indices biologiques

Les animaux et les végétaux qui colonisent les milieux aquatiques possèdent des exigences diverses vis-à-vis de ce milieu. Certains organismes vivants pourront ainsi être sensibles à des variations de pH, de température, a des modifications du contexte nutritionnel (composés minéraux ou matière organique, éventuellement présents à l'état de traces). Ces organismes sont donc susceptibles de réagir aux modifications du milieu aquatique et peuvent alors servir d'indicateur de la perturbation existante (pollution). Ces indicateurs biologiques sont à l'origine de l'émergence de méthodes standardisées basées sur l'étude de la présence de certaines espèces indicatrices ou de la richesse du milieu (nombre d'espèces) en certains organismes spécifiques.

Tableau 06 : Les principaux indices biologiques utilisés

Indice	Groupe faunistique ou floristique étudié	Notation	exemple d'organisme
IBGN Indice Biologique Global Normalisé	Macroinvertébrés	Note de 0 à 20 *Une note supérieure ou égale à 17 représente une eau très bonne qualité*	
IBGA Indice Biologique Global Adapté aux grands cours d'eau		Listes faunistiques par substrat ou par groupe de substrat	
IBD Indice Biologique Diatomées	Diatomées	Note de 0 à 20 *une note supérieure ou égale à 17 représente une très bonne qualité*	
IOBS Indice Oligochètes de Bioindication des Sédiments	Oligochètes	Note de 0 à 10 *une note supérieure à 6 représente une très bonne qualité*	
IBMR Indice Biologique Macrophytique en Rivière	Flore aquatique	Note de 0 à 14 (ou plus) *une note supérieure à 14 représente une très bonne qualité (eutrophisation très faible)*	
IPR Indice Poisson Rivière	Poissons	Note de 0 à 36 (ou plus) *Plus la valeur de l'indice est élevé plus la qualité est dégradée*	

III -2.3.1. Indice biologique macro invertébrés

Les macroinertébrés benthique sont fréquenement utilisés pour estimer la qualité de l'eau des rivières. Les indices biologiques, calculés à partir de l'examen de ces communautés

animales, donnent une vision synthétique de l'état des cours d'eau. Ces méthodes rapides, pratiques et simples d'utilisation sont bien adaptées à la surveillance et au suivi de l'état des rivières. Il ya deux types :

- Indice macro invertébrés applicable aux petits cours d'eau
- Indice biologique global adapté aux grands cours d'eau (IBGA)(Rodier, 2009).

III -2.3.1.1. L'indice biotique selon Verneaux et Tuffery (1967)

C'est une méthode d'appréciation de la qualité biologique des eaux reposant sur l'échantillonnage des invertébrés aquatiques en un point donné. Une note de 1 à 10 est attribuée en fonction des espèces présentes ou absentes et de leur rôle d'indicateurs. Chaque station étudiée est caractérisée par trois chiffres : indice en faciès lotique (courant), en faciès lentique (calme) et leur différence. Un tableau permet de déterminer les pollutions en fonction des indices biotiques. Ne pas confondre avec la capacité biogénique qui est quantitative alors que l'indice biotique a une valeur qualitative uniquement.

Déterminé à partir de 7 groupes faunistiques. Ces groupes faunistiques sont :

1. Plécoptères et Ecdyonuridés
2. Trichoptères
3. Ancylidés et Éphéméroptères sauf Ecdyonuridés
4. Gammaridés, Physes, *Aphelocheirus*(Hémiptéres et Odonates)
5.Aselles,Sphæridés,SangsuesetHémiptèressaufAphelocheiru6.Tubifex,Chironomies
7. ÉristaleIl

Cette manière très simplifiée, l'observation de macro-invertébrés appartenant principalement aux trois premiers groupes indique un cours d'eau de très bonne qualité à qualité moyenne. L'observation de macro-invertébrés appartenant principalement aux quatre derniers groupes suggère un cours d'eau de qualité moyenne, médiocre ou très mauvaise.

Cet indice, comme d'ailleurs l'indice biologique global normalisé qui le remplace maintenant, s'ils permettent une bonne approche de la qualité des eaux dans les cours d'eau, présentent aussi quelques limites. L'une de ces limites est qu'ils privilégient le fait que les ruisseaux de montagne ou les cours supérieurs des ruisseaux de plaine seraient de meilleure qualité que les ruisseaux de plaine ou que les cours inférieurs des ruisseaux de plaine. Ce qui n'est pas nécessairement faux, mais cela mériterait d'être apprécié, ne serait ce qu'au regard des matières organiques, davantage présentes dans les cours d'eau lents ou

dans les parties lentes des cours d'eau rapides et dont on ne peut pas dire qu'elles soient fatalement synonymes de pollution ou de mauvaise qualité, ce que suggéreraient-les Groupes faunistiques qu'on y prélève généralement (Melhaoui, 2009) .

III -2.3.1.2. L'Indice Biotique Belge (IBB)

Les indices biotiques belge IBB est un indice relevant d'une norme belge qui date de 1984. Il ne pratique qu'une faible discrimination entre les organismes formant les groupes indicateurs et les variétés au sein d'un groupe ne sont pas valorisées. Cet indice s'avère donc peu précis et pour des rivières à cours plus rapides (Wallonie, 2004).

III-2.3.1.3. Indice biologique global normalisé (IBGN)

Les peuplements de macro-invertébrés récoltés de façon standard dans une station fournissent des indications sur la qualité du milieu par la présence et l'absence de groupes faunistiques indicateurs.

Ces groupes sont choisis en fonction de leur sensibilité aux pollutions aussi bien organiques que physicochimiques, mais aussi à toute perturbation naturelle ou artificielle du milieu.

De plus la richesse en espèces, appréhendée également de façon standard, permet d'évaluer la complexité de la communauté vivante. Ces deux aspects, dépendant de la valeur écologique et de la richesse du peuplement, sont résumés par une note chiffrée, d'autant plus élevée que le milieu est plus apte à entretenir un nombre plus important d'espèces de façon durable, donc exempt de perturbations (polluantes ou non). Il ne s'agit donc pas d'indices de pollution, mais plutôt d'indices de qualité du milieu, dont le niveau normal dépend du type de cours d'eau envisagé. Il est donc très important d'avoir à sa disposition une station de référence non polluée, de mêmes caractéristiques physiographiques, souvent en amont, si on veut tirer des conclusions certaines concernant le degré de perturbation.

Cette méthode est appliquée une fois par an en période de basses eaux et permet d'évaluer la qualité générale d'un cours d'eau au moyen d'une analyse des macros invertébrés benthique, il est considérée comme une expression synthétique de cette qualité générale(Courte et *al*, 2001).

L'IBGN traduisant la structure d'une biocénose constituée d'organismes intégrateurs (organismes sensibles aux modifications chimiques ou physiques du milieu quelque soit leur nature et leur durée, ils intègrent et réagissent à l'ensemble des facteurs agissant sur eux) sur le long terme et sensible à des perturbations chroniques ou intermittentes mais

suffisamment intenses pour provoquer une modification de la nature du substrat et de la qualité de l'eau. (Bilan 1997 – 2006). L'IBGN est un indice fixé par une norme française qui date de 1992. Il est plus exigeant que l'indice biologique belge (IBB) : par exemple, il ne classe les Heptagenidae que dans le groupe indicateur, alors que l'IBGN les classe dans les groupes indicateurs de 5 à 9. Il y a aussi plus de classes de biodiversité, ce qui le rend plus sensible et donc plus précis (AnonymeB).

On recense l'IQBG (Indice de Qualité Biologique Globale) utilisé en eau peu profondeIQBP (Indice de Qualité Biologique Potentielle) pour les milieux profonds.

Ces deux indices se sont combinés pour aboutir à l'IBG, pour finalement le normaliser à l'échelle nationale en 1992, portant ainsi le nom d'IBGN (Indice Biologique Général Normalisé). L'IBGN, basé sur l'analyse factorielle,prend en compte la détermination des taxons en corrélation avec les habitats rencontrés (Mélanie et Renaud 2006).

Tableau07: Les valeurs de l'indice biologique Global Normalisé (IBGN) selon Afnor,1992).

IBGN	20 à16	16 à12	12 à8	8 à 4	4 à 0
Couleur	bleu	vert	jaune	orange	rouge
Qualité de l'eau	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise

III-2.3.1.4. L'indice Chironomidien

Les Chironomidaessont caractérisés par un grand nombre d'espèces dont la polluosensibilité est très variable. L'étude de ce taxon permet d'établir des échelles de pollutions relativement précises. Cet indice chironomidien (1989) utilise 24 espèces indicatrices réparties en 5 groupements, et prend également en compte la notion de courant, la note finale est obtenue à partir d'une grille possédant deux entrées : verticalement, les groupements indicateurs, horizontalement, la richesse spécifique et l'indice de Shannon (Djeddi et Laouar ,2001).

III-3. Effets de la pollution sur les macros invertébrés benthiques

- La structure des communautés de macro invertébrés benthiques est souvent utilisée

comme indicateur des effets de l'activité humaine sur les écosystèmes des cours d'eau, et pour fournir une foule d'informations sur la qualité de l'eau et de l'habitat (Woodcock et Huryn, 2007).

- On peut les utiliser pour identifier plusieurs types de pollution, comme la pollution organique, métallique, de même que pour détecter une acidification du milieu (Camargo et al.2004).
- L'utilisation repose essentiellement sur l'évaluation de données concernant leur façon de se nourrir, de se reproduire et d'exploiter leur habitat (Camargo et al., 2004). Parexemple, si les bandes riveraines ont été détruites par l'activité humaine, la température du cours d'eau augmente.

Le niveau d'oxygène baisse et la quantité de débris végétaux diminue, ce qui a pour effet de favoriser les espèces tolérantes (De Pauw et Vanhooren, 1983; Camargo et al. 2004; Peterson, 2006).

- la pollution organique est intéressante à étudier, puisque les sédiments et la matière organique ont une grande surface d'adsorption ce qui leur confère une affinité envers la plupart des polluants. Comme les macros invertébrées benthiques vivent en relation intime avec les sédiments, ils subissent de façon plus importante une pollution de ceux-ci.certains vont, selon leur régime trophique, consommer de façon importante des sédiments pollués et ils seront ainsi exposés à une plus grande quantité de polluant que tout autre organisme se trouvant uniquement dans la colonne d'eau au dessus d'eux (Woodcock et Huryn, 2007).
- d'autres seront affectés selon leur configuration physique. Par exemple, comme vous pouvez le voir sur le figure08, les larves des trichoptères à fourreau ont des branchies filamenteuses sur leurs segments abdominaux qu'ils protègent en se construisant un fourreau à l'aide de débris végétaux ou minéraux. Lorsqu'il y a pollution organique, les particules entrent dans le fourreau et empêchent ainsi une circulation adéquate de l'eau ce qui réduit les échanges d'oxygène entre l'eau et l'hémolymphe du trichoptère. à l'opposé, les hémiptères aquatiques (figure 9-10) sont très résistants à la pollution organique, puisqu'ils respirent directement à la surface de l'eau à l'aide de tube respiratoire situé à l'extrémité de leur abdomen (Borror et White, 1999).

- Les polluants peuvent avoir des effets létaux ou sous-létaux. Les effets létaux

causent la mort des MIB, Les effets sous-létaux ont plutôt comme conséquence une réorientation de l'énergie qui servait à la base pour l'alimentation et la croissance des MIB vers des mécanismes de tolérance, comme une augmentation du coût métabolique de la respiration (Woodcock et Huryn, 2007).

- Les MIB nous permettent donc d'obtenir une foule de renseignements sur les

rivières, puisqu'ils ont différents régimes trophiques et qu'ils ont des métabolismes et des configurations physiques très variés, ce qui leur permet d'intègre une panoplie de facteurs environnementaux et ainsi de nous informer sur l'état de la qualité de l'eau des rivières.

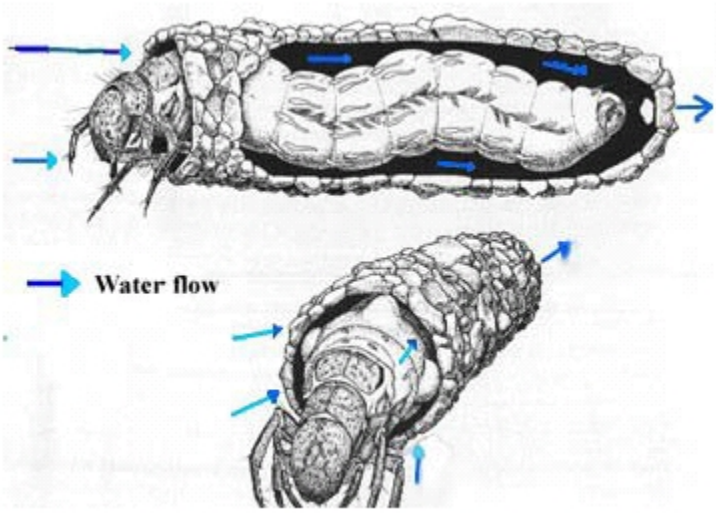


Figure11: Circulation de l'eau dans le fourreau d'un trichoptère.

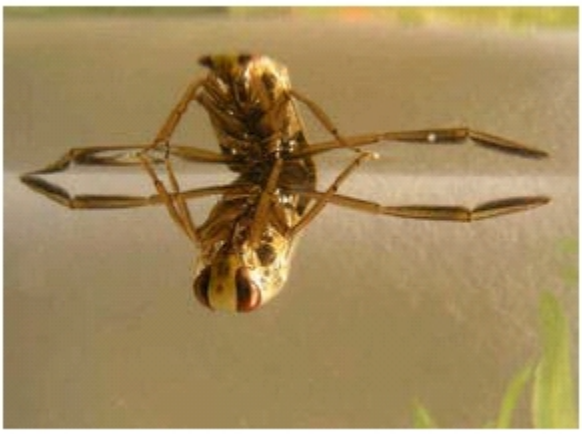


Figure12 : *Notonectaglauca*, Hémiptères.

Source : Wikipédia, 2007-b. Figure13 : *Nepaapiculata* Hémiptères

Source : Dubuc, 2002.

III -4 - Les Avantages et les Inconvénients des macroinvertébrés benthiques

III - 4 - 1 - les Avantages des macroinvertébrés benthiques

- Les macroinvertébrés benthiques sont présents et abondants dans tous les types de cours d'eau, petits ou grands (Chessman, 1995; Camargo et al. 2004; Pelletier, 2007).
- Ce sont des organismes vivants qui intègrent plusieurs composantes du milieu, comme l'habitat et les contaminants, puisqu'ils ont une durée de vie assez longue pouvant varier de quelques mois à deux ou trois ans (Camargo et al. 2004; Pelletier, 2007). Contrairement aux analyses chimiques, on peut détecter à l'aide des macros invertébrées benthiques des perturbations qui ont eu lieu même si elles ne sont plus présentes au moment de l'échantillonnage (Chessman, 1995). Les analyses chimiques requièrent un grand nombre d'échantillons durant une longue période de temps pour être vraiment représentatives. Àl'opposé, dans plusieurs cas une seule campagne d'échantillonnage de MIB, soit à l'été ou à l'automne, permet d'évaluer avec justesse l'état de la qualité de l'eau d'une rivière.

Les macroinvertébrés benthiques reflètent donc de façon significative la dégradation des rivières, autant au niveau d'une pollution organique que chimique (De Pauw et Vanhooren, 1983).

- Ils jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire aquatique, puisqu'ils sont la source principale de nourriture pour plusieurs poissons, insectes et amphibiens. Ils doivent donc être présents en quantité suffisante et avec une diversité importante pour maintenir l'écosystème des rivières en équilibre, fonctionnel et en santé (Chessman, 1995). Par exemple, les trichoptères, surtout au stade immature, et les Éphéméroptères sont une source importante de nourriture pour de nombreux poissons d'eau douce. Les Odonates jouent pour leur part un rôle important au niveau du contrôle des populations de moustiques, de moucherons et autres petits insectes qu'ils consomment abondamment tout au long de leur vie (Borror et White, 1999). Les MIB sont donc un élément clé de l'équilibre des écosystèmes aquatiques et même plus, puisque plusieurs espèces se déplacent hors de l'eau pour vivre leur stade mature.
- Les MIB sont relativement sédentaires, ce qui en fait des bons témoins des conditionslocales (Camargo et al. 2004; Pelletier, 2007).

Contrairement aux poissons qui peuvent fuir une source de pollution, les macroinvertébrés restent exposés aux problèmes qui peuvent survenir dans leur environnement, ce qui peut

modifier leur physiologie, leur comportement, leur morphologie, leurs tissus et leur taux de survie.

- Les macroinvertébrés benthiques comprennent un grand nombre de taxons dont plusieurs ont un degré de tolérance connu, ce qui facilite l'interprétation des données recueillies. De plus, le grand nombre de taxons existants leur permet de couvrir un large spectre de réponses. Différentes sources de pollution et de dégradation des cours d'eau peuvent donc être détectées grâce à eux (Chessman, 1995; Camargo et al. 2004; Pelletier, 2007).
- Ils sont utilisés dans plusieurs pays depuis bon nombre d'années. Il existe donc plusieurs guides d'identification et leurs exigences écologiques sont assez bien connues (Camargo et al. 2004; Pelletier, 2007).Qui facilite leur utilisation par des personnes non spécialisées qui désirent apporter leur contribution à l'évaluation de la qualité de l'eau des rivières. Cet aspect est non négligeable compte tenu du grand nombre de rivières retrouvé sur notre territoire.
- Leur taille est adéquate pour l'échantillonnage et l'identification. Ils sont pour la plupart assez gros pour être observé directement au site d'échantillonnage. Ils ne sont toutefois pas trop gros, ce qui permet de les cueillir, de les transporter et de les conserver en grande quantité avec un équipement simple et léger (Chessman, 1995).

III-4-2. Les Inconvénients des macroinvertébrés benthiques

- La qualité des échantillons recueillis et de l'identification des spécimens est reliée à la compétence du personnel, ce qui peut influencer le degré d'efficacité de la méthode. Une étude réalisée en Australie (Metzeling et al. 2003) a comparé les résultats obtenus à la suite de la récolte et à l'identification des macroinvertébrés par des étudiants universitaires (novices) et des experts. Cette étude a démontré clairement qu'il y a une différence de dextérité entre les novices et les experts. Les novices font des erreurs d'identification surtout au niveau de la famille et ils ratent tous les spécimens minuscules et immobiles.

Par contre, l'amélioration est rapide s'ils sont encadrés dès le début par du personnel compétent qui corrige rapidement et à répétition les erreurs d'identification et qui leur donne plusieurs trucs pour repérer les petits spécimens durant l'échantillonnage. Lors de cette étude, les étudiants universitaires avaient des connaissances de base en biologie, ils avaient des laboratoires d'identification bien équipés et du personnel compétent à leur disposition. Même avec tout cela, ils ont quand même fait des erreurs.

- Comme ils intègrent plusieurs composantes de leur milieu, il peut être difficile de trouver la cause spécifique d'un problème (Pelletier, 2007). Il faut, entre autres, porter une attention particulière afin de déterminer correctement les types d'habitats échantillonnés, afin de permettre une interprétation adéquate des résultats obtenus. Si une méthode rapide a permis la détection d'une zone de dégradation de la qualité de l'eau, il faut ensuite poursuivre avec une étude plus approfondie afin de trouver la source du problème.
- Pour pouvoir mettre sur pied des indices biotiques et pour pouvoir traduire de façon fiable les résultats en degré de pollution, il faut posséder une bonne banque de référence.

Chapitre V

IV- Matériel et méthode

Pour ce chapitre consiste à évaluer la qualité de l'eau de l'oued Rhumel, en utilisant les paramètres physico-chimiques et le calcul de l'indice biotique.

IV-1. Choix et localisation des stations de prélèvements

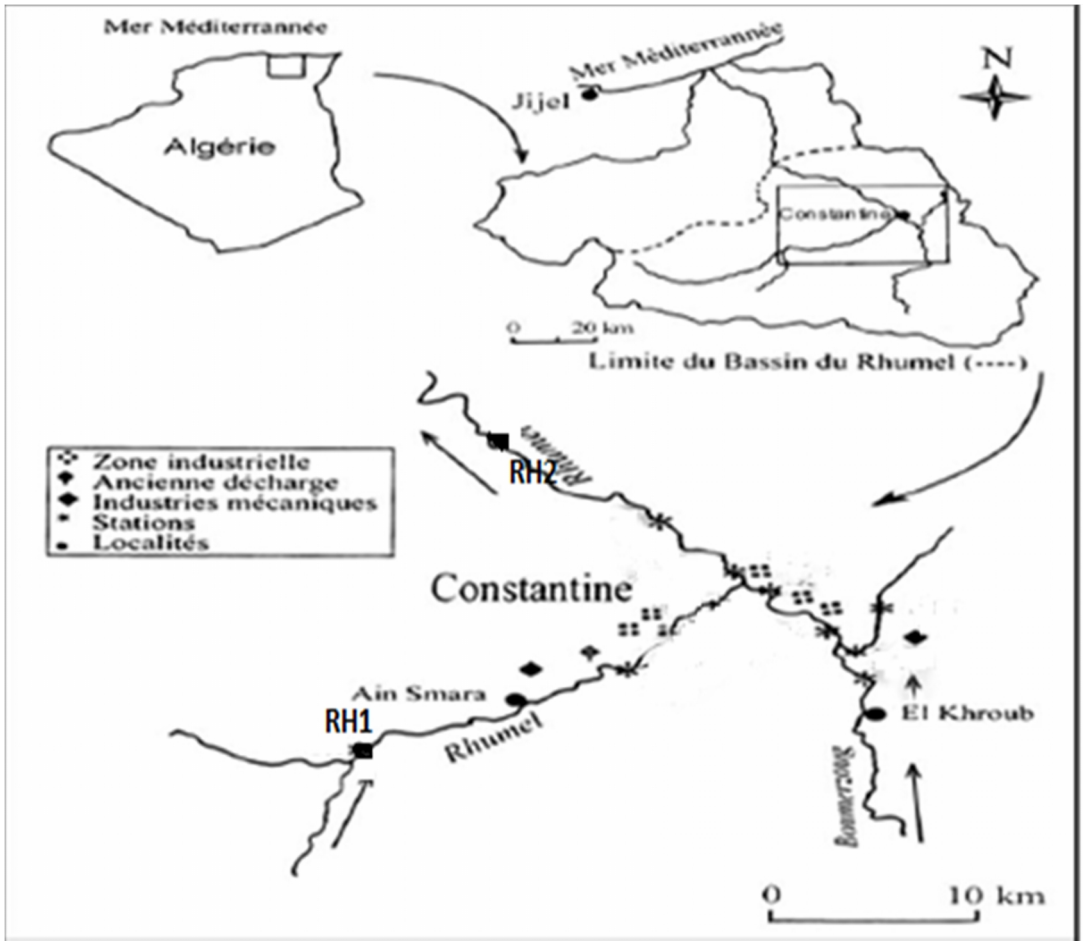


Figure 14 Site d'étude et localisation des stations de prélèvement

L'oued Rhumel se situe dans la région sud de la wilaya de Constantine, il est classé l'un des oueds les plus importants dans cette région.

Nous avons choisis deux stations le long de l'oued :

-La première station (RH1), a environ 25Km de constantine en amont d'Ain Smara. Elle est située au pied d'une carrière et d'une retenue destinée à l'irrigation prés du pont en direction de Teleghma et oued seguen. Le choix de cette station de référence traduit la qualité de l'eau avant que l'oued n'atteigne les zones urbaines (Ain Smara, Constantine).

Figure 15: La première station (RH1) en amont de l'oued Rhumel.

La deuxième station(RH2), en aval de l'oued Rhumel, située a la sortie de la wilaya de Constantine, prés de la route nationale N : 27 vers la Wilaya de Mila, juste après le pont qui passe au dessous de l'oued. Le choix de cette station est basé sur l'effet de la pollution causée par les rejets de la wilaya de Constantine

Figure 16 : La deuxième station (RH2) en aval de l'oued Rhumel.

IV- 2. Liste de matériel de terrain

-Filet troubleau.

-Boite de transport pour les échantillons.

- Carte topographique.

-Fiches de terrain.

-Sac à dos.

-Appareil photo.

- Les appareils de mesure

-Protocoles.

IV-3. Nature de prélèvement

La saison d'échantillonnage varie selon les objectifs poursuivis par l'étude, le prélèvement des macroinvertébrés a été réalisée en Avril 2014 (Tableaux 08). Les travaux précédents ont révélé que le printemps et l'automne sont les saisons les plus favorables pour l'échantillonnage de la faune benthique.

Tableau 08 : calendrier des prélèvements.

Prélèvement / **Stations**	**Avril 2014**	
	Date	**Heure**
RH 1	8 /4 /2014	12 h 00
RH 2	8 /4 /2014	14 h 00

IV-4. **Prélèvement et mesure de l'eau**

IV-4.1. Mode de prélèvement

Les prélèvements de l'eau doivent se faire au milieu du lit de l'oued en plein courant à une profondeur d'environ 50 cm ou à mi –profondeur si la hauteur de l'eau est faible (inferieur à 50 cm).

Il est impératif de prélever loin des rives et des obstacles naturels ou artificiels. Environ 1,5L d'eau sont prélevés dans un flacon à goulot large pour permettre un échantillonnage rapide.

IV-4-2. Mesures physico-chimiques

La température de l'eau, le pH, la conductivité électrique et l'oxygène dissous sont mesurés in situ.

IV-4-2.1. Température

La mesure de la température a été effectuée sur terrain en utilisant un appareille électrométrique pH mètre de type HANNA instrument (H_i 8314),

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°.

IV-4-2.2. potentiel Hydrique

Le pH est pris avec un pH mètre électrométrique modèle HANNA instrument (H_i 8314), 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 10 à 20°C (NF t 90-008). Les résultats sont exprimés en unités pH.

IV-4-2.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique est mesurée à l'aide d'un conductimètre modèle (WTWD812-WEI heim), équipé d'un dispositif de correction de température qui permet une lecture directe à la température de référence de 20°C**.** La conductivité est exprimée en µS/cm à 20°C.

IV-4-2.4. Oxygène dissous

Il est mesuré par une méthode électrochimique à l'aide d'un oxymètre de terrain modèle (Oxi330WTW). L'appareil est équipe d'un dispositif thermosensible assurant la correction de la salinité.

La mesure se fait par immersion de la sonde à6 cm de la surface dans le cours d'eau pendant deux minutes pour respecter la circulation de liquide comme recommandé par le mode d'emploi de l'appareil. La lecture se fait en mg d'oxygène par litre et en% de saturation à une température de référence de 20 C°.

IV-5. Analyse biologique

IV-5.1. Mode de prélèvement

La récolte des macros invertébrées benthiques a avant tout un caractère qualitatif.

Pour cela, tout les micro- habitats susceptibles d'en abriter (micro-biotopes) sont explorés (Les plantes aquatiques, les pierres, la boue, les racines plongeante des buissons).

La technique de prélèvement consiste à déposer le filet à main sur le fond de la rivière, L'ouverture du filet face au courant. L'opérateur, placé en amont du filet met le sédiment en suspension par le mouvement des pieds .Il fouille le substrat du fond et des berges délogeant les organismes qui, entrainés par le courent, sont alors récoltés dans le filet. L'opération est effectuée sur une section de rivière de 10 à 20m.

Tous les habitats caractéristiques sont échantillonnés. Le temps total effectif d'échantillonnage étant 15 à 30 mn, selon la diversité des biotopes.

Le but de l'échantillonnage consiste à rassembler la plus grande diversité faunistique représentative du milieu à étudier.

Comme l'échantillonnage au filet n'est pas toujours applicable à tous les habitats, il faut parfois l'effectuer à la main. L'opérateur doit être de préférence le même pour une série d'échantillonnage.

IV-5.2. Traitement et conservation des échantillons

Sur le terrain, il faut autant que possible débarrassé l'échantillon des feuilles pierrailles et boue ; ceci peut s'effectuer de la manière suivante :

La boue et le sable sont éliminés par sédimentation après plusieurs rinçages consécutifs, les organismes vivants flottent pour la plupart en surface et peuvent ainsi être recueillis dans le filet. Lors de cette opération, il faut recueillir tous les organismes qui ne flottent pas en surfaces tel que Trichoptères à fourreaux Sangsues et Mollusques. Les organismes recueillis sont transférés dans un ou des récipients en plastiques.

IV-5.3. Liste de matériel en de laboratoire

- Tamis (4 mm, 2mm, 1mm, 0,5mm).
- Plateau de fractionnement Caton.
- Emporte- pièce (dimension variables selon le plateau de fractionnement utilisé).
- Loupe binoculaire
- Les lames
- l'eau de robinet
- Formaldéhyde40 %
- Guides d'identification

IV-5.4. Traitement des échantions dans le laboratoire

Les gros débris sont séparés par tamisage sur tamis des grandeurs de mailles 0.5 à 2 mm.

Les organismes récupérés sur chaque tamis sont transféré dans un récipient .

Tout le matériel restant sur le tamis le plus fin est également transféré dans un récipient. Tous les organismes recueillis sont ensuite fixés sur place avec une solution de formaldéhyde jusqu'à concentration finale de 4٪ (v/v). Avant cette fixation, il y a quelque Fois avantage à rincer certain fractions à l'eau sur un tamis de grandeur de mailles de 0.5 mm.

Certains organismes (vers plats, sangsues) peuvent être identifiés plus facilement en vie et de ce fait il y a avantage à ne pas fixer les fractions les contenant.

Le tri proprement dit des organismes s'effectue au laboratoire. L'échantillon est lavé a l'eau sur une colonne de tamis de différente grandeur de mailles (4mm, 2mm ,1mm, et 0.25mm).

Les débris sont écartés et les organismes de chaque tamis sont transférés dans les bacs de tri. Les divers organismes de chaque tamis sont triés a vue et classés suivant les groupes taxonomiques dans des piluliers contenant une solution de formaldéhyde (40%).

IV- 5.5. Détermination des organismes

La détermination des macro-invertébrés se fait au microscope stéréoscopique (101 à 10^5 de macroscopie) et à l'aide des clés d'identification taxonomique

(Guide to aquatic Invétérâtes of the upper Midwat⁄2004).

Il et parfois souhaitable d'utiliser la loupe binoculaire à plus fort grossissement pour l'examen de certaines structures morphologiques telles que les tètes, mandibules, soies, Ailes, corps, yeux.

Le premier but de cette détermination est le dénombrement des unités systématiques présentes dans l'échantillon. Les organismes récoltés sont déterminés jusqu' au niveau précisé par le tableau. Les nombres totaux de ces taxa (genres et familles) égaux au nombre d'unités systématiques .Seuls les taxa représentés par au moins deux individus sont comptés.

Tableau 09: Limites de détermination des unités systématiques (D'après Tuffery et Verneaux, 1978)

Groupe Taxonomique	Niveau de détermination
Plecoptéres	Genre
Trichoptéres	Famille
Ephéméroptéres	Genre
Odonates	Genre
Coléopteres	Famille
Mollusques	Genre
Crustacés	Famille
Mégalopodes	Genre
Hémiptéres	Genre
Planthelminthes	Genre
Hirudinées	Genre
Oligochétes	Famille
Némathélminthes	Présence
Hydocariens	Présence
Diptéres	Famille

NB : dans la famille des chironomidae, il faut compter le groupe *Chironomus thumni plumeurs*, commeunité systématique supplémentaire

IV- 5.6. Détermination de l'indice biotique (IB)

La détermination de l'indice biotique se base sur le tableau standard de Tuffery et Verneaux (1978) tableau (10) avec double entrée, les lignes faunistiques rencontrés (classées en 7 catégories) ceux-ci sont repris, de haut en bas, dans un ordre croissant de résistance à la pollution.

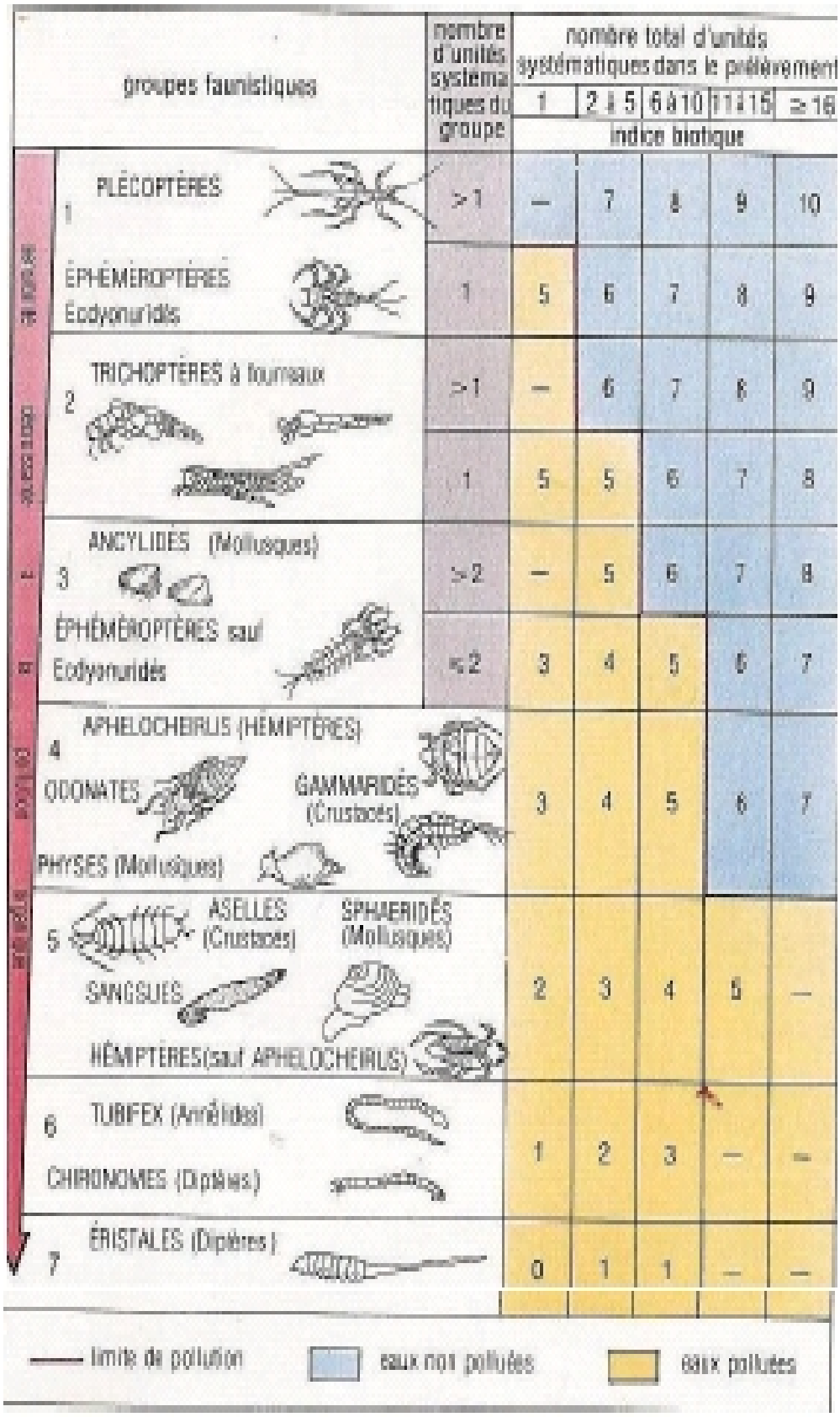
Les groupes ne supportant qu'une faible altération de l'eau sont en tête du tableau : ce sont les plécoptères, les éphéméroptères et les trichoptères,

Les plus résistants à la pollution sont en bas du tableau, ce sont les tubificidae et certaines familles de diptères, les chironomidae, les syrphidae, les colonnes verticales correspondent au nombre total d'unités systématiques, rangées en classes, les indices biotiques sont définis par le croisement de la ligne correspondant au groupe faunistique le plus sensible représenté dans l'échantillon et de colonne correspondant au nombre total d'unités systématiques observées dans le même échantillon.

L'indice biotique varie de 10 à 0 il est d'autant plus élevé que l'on observée la présence d'un grand nombre d'unités systématiques dans l'eau étudiée.

L'indice biotique minimal 0 (pollution maximale) est atteint lors de la présence d'eristalinae, lorsque tous les autres groupes sont absents (seulement 1 unité systématique, ou lords de l'absence de tous les groupes.

Tableau 10 : déterminer les pollutions en fonction des indices biotiques



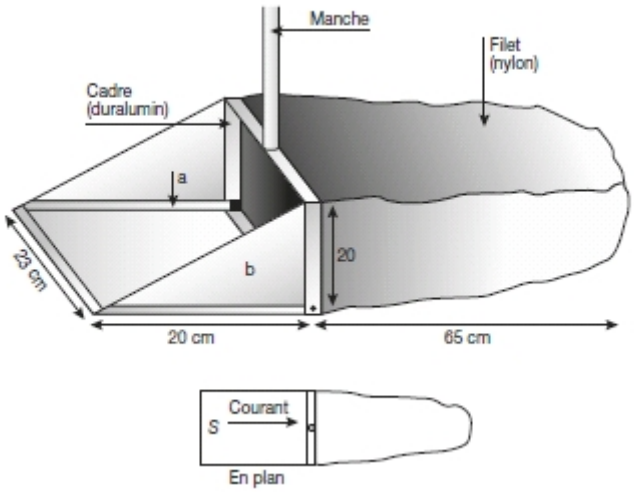


Figure 17 : Épuisette de Surber

Nous avons utilisé aussi la méthode IBGN on calcul de cet indice comme suit :

- On recherche le taxon appartenant au groupe faunistique indicateur le plus élevé (9 s'il en existe, sinon 8, voire 7 en absence de taxons des groupes précédents,…),
- On ne prendra en compte que les taxons indicateurs représentés par au moins 3 individus ou 10 individus selon les taxons (voir note du tableau 11). C'est le taxon qui appartient au groupe faunistique le plus élevé qui sera retenu.
- On calcule ensuite le nombre total de taxons – répertoriés dans les 8 prélèvements réalisés sur une station est déterminé, soit Σtaxons (ou Σt), quelque soit le nombre d'individus recensé par taxon.
- La note correspondante indiquée au tableau 12 (à l'intersection du groupe faunistique et du nombre total de taxons) correspond à la note finale de la station (comprise entre 0 et 20) et donne la valeur de l'IBGN.

Tableau 11: valeurs de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique des invertébrés aquatiques (Rodier, 2009).

Taxons	GI \ t	> 50	49 45	44 41	40 37	36 33	32 29	28 25	24 21	20 17	16 13	12 10	9 7	6 4	3 1
Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Capniidae Brachycentridae Odontoceridae Philopotamidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Leuctridae Glossosomatidae Beraeidae Goeridae Leptophlebiidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Limnephilidae (*) Hydropsychidae Ephemerellidae (*) Aphelocheiridae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Baetidae (*) Caenidae (*) Elmidae (*) Gammaridae (*) Mollusques	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Chironomidae (*) Asellidae (*) Achètes Oligochètes (*)	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

(*) Taxons représentés par au moins 10 individus. Les autres par au moins 3 individus

Chapitre IV

V- Résultats et Discution

V-1. Les paramètres physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques sont regroupés dans le tableau comme suit :

Tableau 12: Résultats des paramètres physico-chimiques

Les paramètres physio-chimiques de l'eau	Station (RH1)	Station (RH2)
T(C°)	**23,5**	**23,2**
pH	**6,64**	**6,39**
Conductivité électrique (**μ**S/cm)	**1733**	**1507**
Oxygène dissous (mg/l)	**10,5**	**7,3**

V-1-1. Température

Les valeurs des températures de l'eau sont moins variables d'une saison à une autre. Selon la figure 18 on remarque que les températures sont élevées dans les deux stations, elles indiquent une légère diminution de l'amont (23,50 °C) vers la Aval (23,20°C).

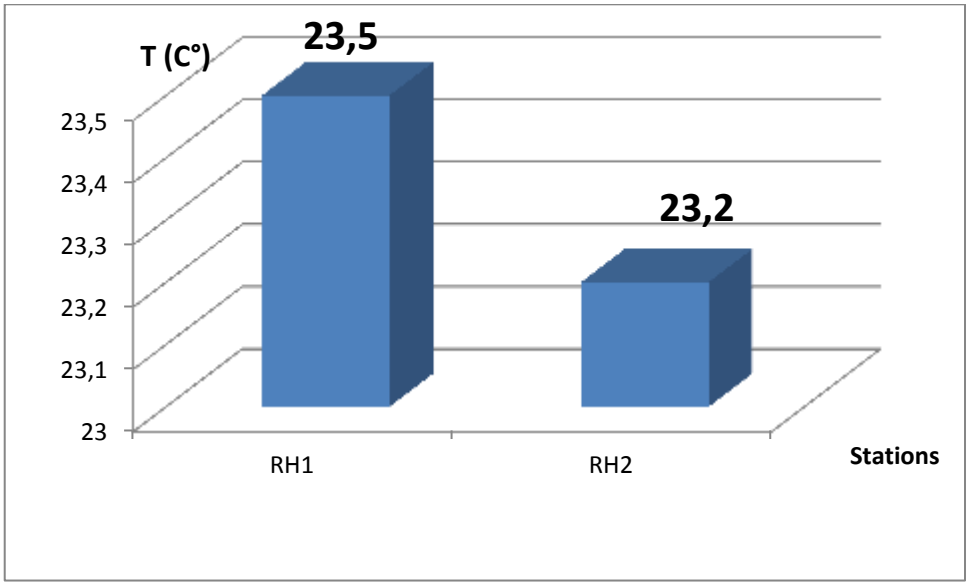


Figure 18 : Variations spatio-temporelles de la température des eaux de l'Oued Rhumel

La température de l'eau dépend essentiellement de celle du milieu ambiant. En effet, la température est un facteur écologique de première importance qui a une grande influence sur les propriétés physico-chimiques des écosystèmes aquatiques (Ramade, 1993). Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des espèces aquatiques (Angelier, 2003).

Ainsi, la mesure de ce paramètre est nécessaire puisqu'elle joue un rôle dans la solubilité des gaz, la dissociation des sels dissous et la détermination du pH (Rodier, 1984).

L'augmentation de la température s'accompagne toujours d'une modification de la densité, d'une réduction de la viscosité, qui peuvent influencer la sédimentation, d'une augmentation de la tension de vapeur saturante à la surface (évaporation) et d'une diminution de la solubilité de l'oxygène dont le déficit peut conduire à une situation critique se traduisant par une accumulation de déchets tels que : H2S, SO2, CH4, matières organiques. Ainsi, l'élévation de la température facilite les phénomènes de fermentation d'où l'apparition d'odeurs nauséabondes dans les cours d'eau et les barrages (Brémond et Vuichard, 1973).

Cependant, les basses températures peuvent affecter l'auto-épuration des rivières et des cours d'eau car les réactions d'oxydation sont freinées.

De plus, les relations particulières entre température et densité de l'eau expliquent la formation dans des plans d'eau calme ou barrage, d'une stratification thermique saisonnière. Ainsi, le fonctionnement des barrages selon l'emplacement des prises d'eau modifie le régime thermique des eaux en aval. Lors d'un rejet d'eaux chaudes en rivière, le mélange intégral des eaux n'a lieu qu'après un certain parcours.

Les modifications du régime thermique des eaux entrainent d'importantes répercussions écologiques.

En outre, la décomposition des matières organique présentes dans l'eau est accélérée par une élévation de température ; un rejet d'eaux chaudes dans une rivière polluée par des matières organique aggrave le déficit en oxygène résultant de cette pollution. Cependant, la longueur du parcours nécessaire à la réalisation du processus d'autoépuration sera réduite (Leynaud ,1976).

Selon la grille d'appréciation de la qualité générale de l'eau utilisée en France depuis 1979(Masson, 1988), et si nous comparons nos résultats obtenus en 2014 avec ceux mesurés en 2010 (Melghit, 2010), les eaux de l'Oued Rhumel sont toujours de qualité moyenne (classes2).

Tableau 13: Grille d'appréciation de la qualité de l'eau 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

V-1-2. Potentiel Hydrogène

Les valeurs de pH sont faiblement acides dans les deux stations, elles diminuent de l'amont (6,64) vers l'aval (6, 39).

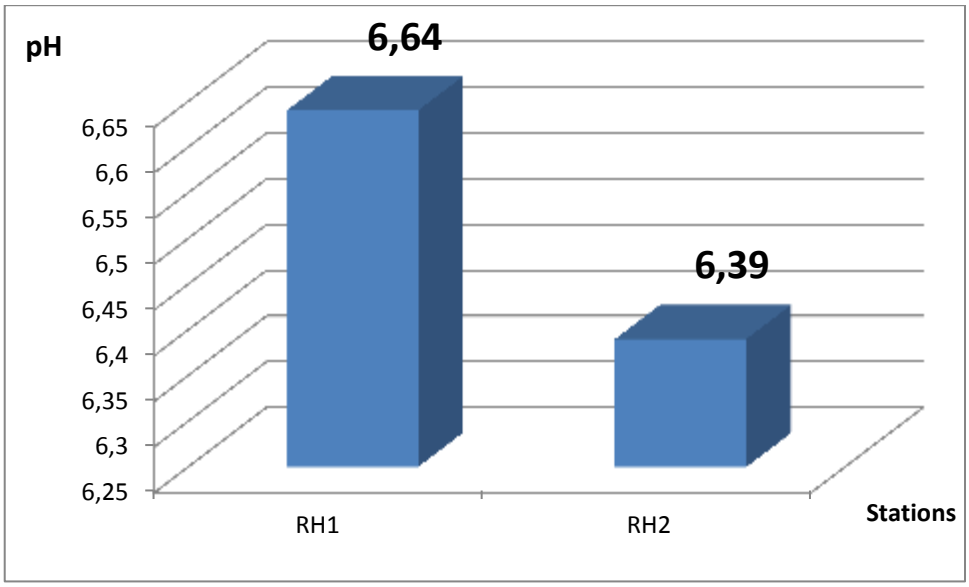


Figure 19 : Variations spatio-temporelles du pH des eaux de l'Oued Rhumel

Le pH est un paramètre qui mesure le degré d'acidité ou d'alcalinité des écosystèmes aquatiques. Un pH compris entre 6 et 9 permet un développement à peu près correct de la faune et de la flore aquatique (Sahli, 2002). En effet, les organismes vivants sont très sensibles aux variations brutales même limitées du pH. Il est un élément important pour définir le caractère agressif ou incrustant d'une eau.

Il intervient dans des phénomènes complexes avec d'autres paramètres comme la dureté, le dioxyde de carbone, l'alcalinité et la température (Rodier et *al*, 2005).

D'après Brémond et Vuichard (1973), les eaux alcalines présentent généralement une faune plus riche et plus diversifiée que les eaux acides (Gaujous ,1995). Ajoute que le pH peut avoir une incidence directe sur la toxicité des produits.

Pour nos résultats, le pH a diminué de l'amont vers l'aval, cela peut être dû aux rejets industriels de diverses natures et origines.

La grille d'appréciation de la qualité de l'eau utilisée en France (Masson, 1988), les travaux précédents sur les eaux de l'Oued Rhumel (Afri-Mehennaoui, 1998 ; Djeddi Et Laouar, 2001 ; Benlatreche et Benslimen, 2002 Et Sahli, 2002, Khaldi et Melghit, 2007). Nous a permet de conclure, que la qualité de l'eau de l'oued Rhumel est acide.

V-1-3. Conductivité électrique

La conductivité électrique présente des variations irrégulières d'une station à une autre. Ces variations sont importantes, en obsererve pour les deux stations que la valeur de CE la plus élevée est celle de la station RH_1 qui enregistre 1733 µS/cm par apport a la station RH_2 qui donne une valeur de 1507 µS/cm.

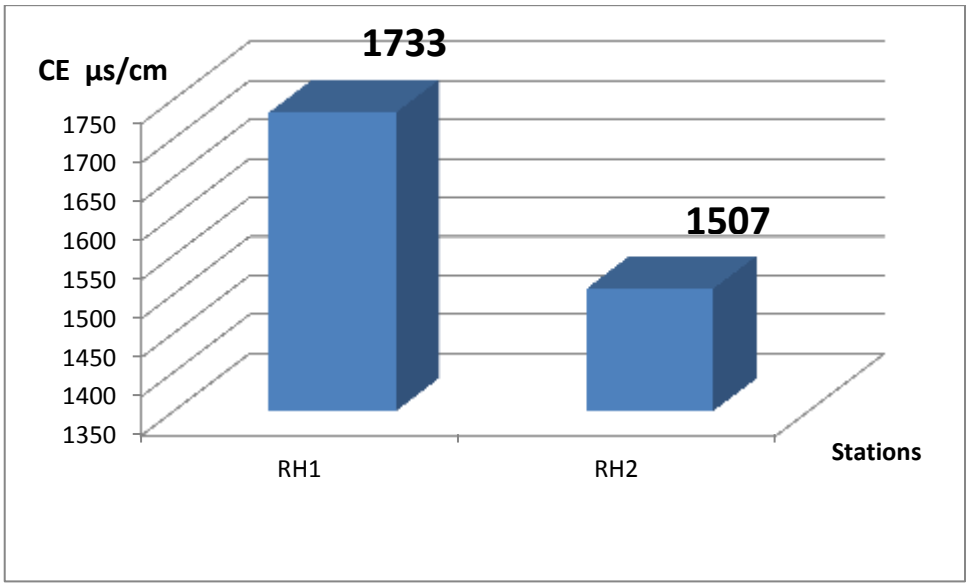


Figure 20: Variations spatio-temporelles de la conductivité électrique des eaux de L'Oued Rhumel

Plusieurs auteurs (Bremond et Vuichard, 1973 ; Rodier, 1984) ont défini la conductivité électrique d'une eau comme étant la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2, elle s'exprime en µS/cm.

La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (Rodier et *al.* 2005).

Elle dépend de la quantité des sels ionisables. Elle constitue une bonne appréciation des concentrations globales des matières en solution dans l'eau. La conductivité d'une eau est un indicateur des changements de la composition en matériaux et leur concentration globale. Elle est proportionnelle à la qualité de sels ionisables dissous (Nisbet et Verneau, 1970). Elle renseigne sur le degré de minéralisation globale des eaux superficielles. Des températures élevées agissent sur la conductivité électrique par action sur la mobilité des sels (Dussart, 1966*I*n. El Morhit, 2009).

Les eaux naturelles servent comme solvant d'un nombre considérable de solutés, qui en solutions aqueuses sont soit complètement associés en ions ou partiellement ionisés.

Une conductivité élevée traduit soit des pH normaux, soit le plus souvent une salinité élevée (Bremond et Perrodon, 1979). Les valeurs de conductivité électrique élevées traduisent selon (Gaujous, 1995) une minéralisation importante et indiquent ainsi une certaine richesse en sels, D'une manière générale, la CE croit progressivement de l'amont à l'aval des cours d'eau (Mehennaoui- Afri, 1998).

Comparativement aux résultats des travaux précédents (Djeddi Et Laaouar, 2001 ; Benlatreche Et Benslimen, 2002, Khaldi et Melghit, 2007), nos résultats sont assez semblables et viennent les confirmer. La CE des eaux de l'oued Rhumel est généralement supérieure à 1000 µS/cm, caractérisées par une minéralisation très forte à excessive.

V-1-4. Oxygène dissous

La solubilité de l'oxygène dans l'eau est un paramètre qui dépend essentiellement de la température. Les teneurs en oxygène dissous sont très variables et irrégulières dans l'espace et dans le temps. Pour la station RH1 la valeur en Oxygène dissous est élevée, elle est de 10,5mg/l. Alors que pour la station RH2 on observe une valeur de 7,3 mg/l.

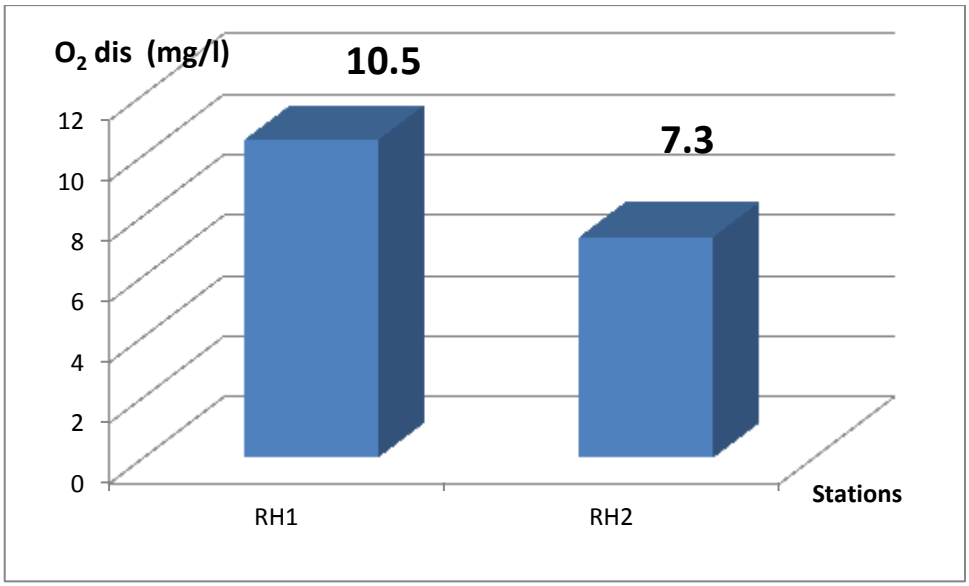


Figure 21 : Variations spatio-temporelles d'Oxygène dissous des eaux de L'Oued Rhumel

L'oxygène dissous représente environ 35 % des gaz dissous dans l'eau. Sa forme dissoute est d'une importance primordiale dans les eaux de surface puisqu'elle conditionne les processus d'auto–épuration et de préservation de la vie aquatique (Gaujous, 1995).

Selon Leynaud et Verrel (1980), 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. Ainsi, Loup (1974) et Eckenfelder (1982) ajoutent que la fonction chlorophyllienne des végétaux aquatiques élève la teneur en oxygène dissous de l'eau.

Selon la grille d'appréciation de la qualité générale de l'eau utilisée en France (Masson, 1988), (OMS ,1989). Les eaux de l'Oued Rhumel sont en général moyennement oxygénés pour les deux stations.

V-2. Les paramètres biologiques

V-2.1. Indice biotique(IB)

On trouve le même résultat si on calcule l'indice biotique par les deux méthodes : Tuffery et Verneaux et IBGN.

L'indice biotique est Ib=2 pour la station amont, puis il diminue pour la station aval Ib=1. On peut distinguer que l'oued Rhumel représente moins d'unités systématiques pour les deux stations de prélèvement.

Sur l'ensemble des deux stations de l'oued Rhumel 3 unité systématique représentant 2 familles ont été déterminées

On remarque la présence des macro-invertébrés qui sont sensibles à la pollution tels que les Mollusques (Physa) pour la station RH1. Bien que les familles les plus résistantes à la pollution telle que les Chinoromidae qui sont présentes dans les deux stations.

Tableau 14 : **Liste des macroinvertébrées récoltées et calcul de l'indice biotiques De l 'Oued Rhumel.**

compagne	Oued Rhumel		
Unités systématiques		1	2
mollusque	physa	+	
Diptéres	Chironomida	+	+
Nombre d'unités systématiques		2	1
Indice biotique		2	1
Classe de pollution		V	V

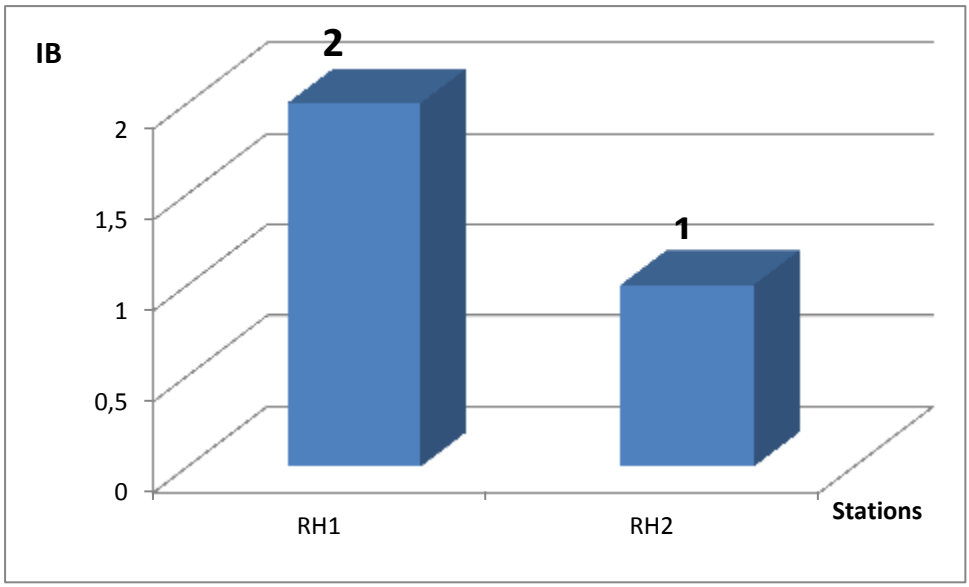


Figure 22 : Variation dans l'espace et dans les tempes de l'indice biotique d'eaux De L'oued Rhumel.

L'étude de la structure des biocénoses qui survivent en milieu pollué ne permet pas, le plus souvent, de connaitre la nature exacte de l'agent perturbateur, mais conduit à suspecter des sources de pollutions là ou les techniques physio- chimiques sont inopérantes (Tuffery, 1980).

Ainsi les indices biotiques attribués aux stations pour chaque prélèvement, peuvent nous renseigner sur leurs états écologiques. Selon la classification proposée par Tuffery et Verneaux (1978).

StationRH1

L'indice biotique plus faible révèle une diminution de diversité de la faune macroinvertébré qui se caractérise par un nombre d'unités systématiques plus bas (IB= 2), on a déterminée des mollusques macroinvertébrés intermédiaires quant à leur sensibilité à la pollution.

Station RH2 :

Polluée, la diversité faunistique diminue, les espèces sensibles sont remplacées par des espèces plus résistantes vis-à-vis de la pollution.

Les valeurs faibles de l'indice biotique sont dus probablement aux rejets industriels de la zone Ouest (palma) et des eaux usées de la wilaya de Constantine puisque cette station est située a la sortie de la wilaya.

D'une manière générale la qualité écologique des eaux d'oued Rhumel se dégrade de manière très sensible de l'amont vers l'aval.

Tableau 15 : Indices biotiques et classes de qualité écologiques des deux stations RH1 et RH2.

STATION	Avril 2014		
	Indice biotique	Classe de pollution	Qualité écologique
RH 1	2	V	Excessivement Polluée
RH 2	1	V	Situation critique

Cette observation nous a permet de souligner que les unités systématiques se développent et s'adaptent à des situations critiques.

La méthode des indices biotiques suggére d'effectuer peu de prélèvements pendant un cycle annuel par opposition aux analyses physico-chimiques qui ne sont que ponctuelles. Les saisons proposées sont le printemps et l'automme car elles rendent compte d'une meilleure diversité ce qui justifie notre choix. Cependant nous constatons que sous nos climats la situation écologique des cours d'eau s'est dégradée en quelques années. Vers les années 80 les indices biotiques les plus élèves et qui rendaient compte d'une bonne qualité des eaux étaient ceux du printemps (Mehennaoui et Afri, 1998).

L'objectif de l'élaboration d'un indice à partir des MIB est de pouvoir relier les résultats à un niveau de pollution ou de dégradation d'un cours d'eau. Pour élaborer un indice, il faut d'abord connaître le degré de sensibilité ou de tolérance des MIB relativement à divers polluants. Il est déjà bien connu que les Plécoptères, les Trichoptères à fourreau et les Éphéméroptères sont les groupes les plus sensibles aux polluants.

Ils ont besoin d'une eau bien oxygénée et peu polluée à une température assez fraîche. Au contraire, les Tubificidées, les Chironomidées et les Syrphidés sont les groupes les plus tolérants.

Ils peuvent vivre dans une eau peu oxygénée avec une bonne quantité de polluant à une température plus élevée.

Si on observe une abondance de ces espèces et une absence des espèces sensibles, on peut en conclure que l'eau est de mauvaise qualité. et c'est le même cas pour les deux stations de l'oued Rhumel.

Comparativement aux résultats des travaux précédents (Djeddi Et Laouar, 2001 ; Amira et al, 2012). Nos résultats sont très différent pour la station amont qui a été considéré comme référence en 2001, actuellement, elle montre une forte pollution vue l'indice biotique de 2. Ainsi que la station aval qui signale une situation critique pour les eaux de l'oued puisque l'indice biotique chute de 6 en 2012 à 1pour A l'année 2014.

Conclusion

Pour conclure ce travail, il convient de rappeler que, l'Oued Rhumel ainsi que ses affluents l'une des ressources en eau les plus importantes dans le Constantinois, constituent un grand réceptacle de tout type de rejets de diverses natures. Il Reçoit quotidiennement un important volume d'eaux usées de la ville de Constantine.

L'étude écologique du cours d'eau Rhumel met en évidence le danger des rejets diffus d'origine domestique et industrielle sur la qualité physico-chimique et biologique de ces eaux. En effet les résultats obtenues suite les mesures des différents paramètres physico-chimiques et l'analyse biologique indiquent évidement une pollution très importante et des perturbations dans les milieux aquatique.

Les résultats obtenus durant ce travail sont :

- Concernant les descripteurs physico-chimiques ; nous pouvons déduire les observations suivantes :

- La température de l'eau est moyenne et saisonnière.

- La valeur du pH est acide, n'excède pas 6,64. L'amplitude de variation peut-être importante de l'amont vers L'aval.

- La conductivité électrique généralement élevée, vue la nature carbonatée du bassin versant, augmente de l'amont à l'aval. Les eaux de l'oued Rhumel sont excessivement minéralisées.

- L'oxygène dissous, facteur vital pour la faune macroinvertebré, diminue en aval avec l'augmentation de la charge organique ; l'oxygène est consomé par les micro-organismes pour sa dégradation.

- Pour les descripteurs biologiques :

- L'analyse de la faune macroinvertébrés benthique et le calcul de l'indice biotique montrent une pollution excessive évidente pour les deux stations amont et aval. Les prélèvements du mois d' Avril traduisent une très nette dégradation de l'écosystème par analogie aux décennies précédentes même pour la station en amont de la ville.l'indice biotique chute de 9 en 1983 à 2 actuellement, cependant la station de l'aval excessivement polluée (IB= 1) est donc dans un très mauvais état écologique.

Cette étude amène diverses questions qu'il serait intéressant d'élucider dans le futur. Avant tout, il faudrait multiplier les analyses physico-chimiques et biologiques.

Il devient donc nécessaire d'instaurer un programme de contrôle et de surveillance continu des différentes sources de pollution et de leur effet sur l'environnement, en obligeant les divers industriels existants à se doter de système de traitement de leurs eaux résiduelles, ainsi que le recyclage et la réutilisation des déchets.

Référence Bibliographique

Afri M., Sahli M., (2007). La biodiversité de la faune macro invertébrée benthique Indice de la qualité écologique de l'oued kébir Rhumel. Université menteur de Constantine. 31p.
Angelier E., (2003). Ecologie des eaux courantes. Ed. Technique et documentation. Lavoisier, Paris. 199 pp.

Afri., Mehennaoui F. Z., Sahli L., et Mehennaoui S.,(2009). Evaluation de la contamination par le cadmium, le plomb et le zinc de l'eau, des sediments de l'oued Rhumel et son affluent le Boumerzoug, et leur transfert vers une plante semi-aquatique : Rorippa nasturtium-aquaticum (l.), Sciences &Technologie C – N°29 juin (2009), 45-55 pp.

AnonymeA.,(2004). ULB Athénée Royal Bruxelles II – 5e technique de qualification environnement (www ul d. Ac. be./info sciences / cho,2004 / docs / l ext biolbx l2.pdf [http://www.epa.gov/owow/monitoring/rbp/wp61pdf/rbp.pdf].
AnonymeB., (2014). (http://fr.wikipedia.org/wiki/Salinit%C3%A9).

Barbour M.T.J., Gerritsen.B.D., Snyder.,et J.B.Stribling.,(1999). Rapid Bioassessment Protocols for Use in Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates, and Fish, 2^{e}édition, Washington, D.C., U.S. Environmental Protection Agency,Office of Water,EPA841-B-99-002,11chapitres,4annexes,

Benalia N., (2005). Evaluation des teneurs en plomb des sols et de deux espèces ligneuses des bordures de l'oued Rhumel peuplier blanc (popu lus alba) et tamaris (Tamarix gallica). 3, 4p.

Benaziza A., Ameur N .,(2007). Mémoire de fin d'étude, Etude spatiotemporelle de la qualité physico – chimique des eaux de l'oued djenjen, université de Jijel facultés **MOISAN., J. et L. PELLETIER.,(2008**). Guide de surveillance biologique basée sur des sciences 12p.

Borror M.T., et al., (1999).1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates.*
Boualem R., (2007). La problématique de l'eau en Alerie. 125p.

Bouhmar Y., Merah N., (2006). Application de la méthode HEMPAUN système de traitement des eaux usées et NEUVES au niveau de SA-FIL-Co Ain-Djasser Batna. Mémoirede fin étude. P12 .18.

Bouhmar Y.,(2006). Application de la méthode HEMPAUN système de traitement des eaux usées et NEUVES au niveau de SA-FIL-Co Ain-Djasser Batna. Mémoire de fin étude. 12 .18p.

Boukherouba A ., Sadrati N .,(2010). Mémoire de fin d'étude, Etude de l'éfficacités de traitement biologique et physico-chimique au niveau de la S.T.E.P de Si di Mérouane p :19,20p.

Boussouf A.,(2010). Etude de la qualité des eaux de consommation de la commune de

Brémond R., et Perrodon C., (1979). Paramètres de la qualité des eaux. Ministère de l'environnement et cadre de vie. 2ème ed : 259 p.

Brémond R., et Vuichard R., (1973). Les paramètres de la qualité de l'eau. Ed. La documentation française. Paris. 173p.

Calvet R.., Barriuso E., Benoit P.,Chrnay Mp., Coquet Y.,(2005). Devenir des pesticides dans les sols : Conséquenses agronomiques et envirenement, Editions France AGRICOLE – DONUD, Paris. 637 p.

Csuros M., (1994). Environmental sampling and analysis for technicians. Ed. Techniques et documentations. Paris, 220p.

Camargo J. A., Alonso A., et de la puente M., (2004). Multimetric assessment of nutrient enrichment in impounded rivers based on benthic macroinvertebrates. Environmental Monitoring and Publishers, 96:233-249p.

Chessman B. C.,(1995). Rapid assessment of riversusing macroinvertebrates: A procedure based on habitat-specific sampling, family level identification and biotic index. Australian journal of ecology. 20 :122-129p.

Court C., et al., (2001). Expertise et cartographie des drains principaux des deux sites nature 200 «cours d'eau (Moder et Sauer)» du par naturel régional du Nord. La bora taire de phytoécologie. Université de Metz upres E.B.S.E.

Djennas N., et al.,(2003).Contribution à l'étude de la pollution des eaux d'oued Mouttas par le chrome et le manganèse I ssue de la tannerie de Jijel. Mémoire d'ingénieur d'état en écologie. Université de Jijel. 4-6p.

El Morhit M., (2009). Hydrochimie, éléments traces métalliques et incidences écotoxicologiques sur les différentes composantes d'un écosystème estuarien (Bas Lukkos). Thèse de Doctorat en Toxicologie. Université Mohammed V. Agdal, Rabat, Maroc. 260 p.

Emilian K., (2004). Traitement des pollutions industrielles, France. 23, 24p.

Facih I ., et al.,(2010). Etude de la qualité bactériologique des eaux de la station de traitement d'Ain tinn. Instit Ellaarbi ben mehidi. 12p.Faurie C.,Erra C.,

Gaujous D., (1995). La pollution des milieux aquatiques. Aide mémoire. Ed. *Technique et Documentation*. *Lavoisier*, Paris. 220p.

Gaujout D.,(1995). Pollution des mileux aquatiques, aide- mémoire.2^{éme}édition TEC et DOC. Paris .520p

Grosclaude G. C.,(1999). L'eau, Tome II, usage et polluants, Institu national de la recherche agronomique. Paris. 210p.

Hadissi A.,(2010). Qualité biologique organoleptique d'eau produite par la station de traitement d'Ain tinn et distribuée à oued Endja. Instit Ellaarbi ben mehidi Mila. 55p.

Khaldi F. Z., et Melghit M., (2007). Qualité physico-chimique, pollution organique et contamination métallique (Fe, Cu, Mn et Zn) de l'Oued Rhumel et des eaux des barrages Hammam Grouz et Beni Haroun. Mémoire d'ingéniorat en Ecologie et environnement. Université Mentouri, Constantine, 102p.

Khaled A., (1995). La pollution, un phénomène Universel qui S'aggrave et nécessite une lutte soutenue .10/1995.*base .d.p.h. info/fiches/premierd ph/fich-premierdph-2589.html*.

Khamar M., et al., (200). Pollution métallique et organique des eaux et des sédiments d'un cours d'eau marocain par les rejets liquides urbains. Water. Qual.j. canada .**volume 35(1)** ,147-161p.

KollerE.,(2004). Traitement des pollutions industrielles: Eau. Ai r. Sol s. Boues. Ed. Dunod, 424p.

Laouar N., KhoubbachA .,(2006). Mémoire de fin d'étude , La pollution organique des eaux de l 'oued El kébir wilaya de Jijel P : 5.

Laurie C., Erra C., Médorie P., Devane J ., Remptime J. L., (2003). Ecologie, approche scientifique et pratique. 5éme édition LAVOISIER. 823p.

Leynaud G., (1976). Effets des toxiques des pollutions sur la faune piscicole, 135-148. In PESSON, La pollution des eaux continentales ; incidence sur les biocénoses aquatiques. Gauthier-Villars. Ed., Paris, 345p.

Louar H .,djeddi H.,(2001). Pollution métallique et qualité biologique par les macroinvertébrés de l'oued Rhumel dans la zone de Constantine mémoire d'ingénieur et d'état en écologie université de Constantine. 11p.

Martin G.,(1979). Le problème de l'azote dans les eaux. Technique et documentation. Ed. Lavoisier. Paris, 279 p.

Martin G., Laffort P.,(1982). Point sur l'épuration et le traitement des effluents (Eau/Air) Vol1. Tec et Doc.

Masson J. P.,(1988). Suivi de la qualité des eaux superficielles : l'expérience française. In : la qualita delle acquasuperficial, criteria per une metodologiaomogenea di valutazione, attidelconvegnointerazione. Palazzo dei Congressi. 99-100p.

Mehennaoui- Afri F. Z., (1998). Contribution à l'étude physico-chimique et biologique de l'Oued Kébir-Rhumel et de ses principaux affluents. Mémoire de magistère en Ecologie. Université Mentouri, Constantine, 238p.

Mébarki A .,(2005). Hydrologie des bassins de l'Est Algérien : ressources en eau, aménagement et environnement. Thèse de doctorat d'état, Université Mentouri de Constantine, 306p.

Mébarki A.,(1982). Le bassin du kébir-RHumel (Algérie). Hydrologie de surface et aménagement des ressources en eau. Thése de doctorat 3éme cycle. Nancy II.304p.

Mébarki A.,(1984). Ressources en eau et aménagement en Algérie. Le bassin du Kébir Rhumel.*O.P.U.* Alger. 302p.

Melghit M.,(2009). Qualité physico-chimique, pollution organique et méthalique des compartiments Eau /Sédiments de l'oued Rhumel, et barrages Hammam Grouz et ben haroun Université Mentouri de Constantine ; l'état : Magistère en Ecologie.141p.

OMS (organisation mondiale de la santé) .,(1989). Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants.3ème rapport du comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires, rapport technique n°776 de l'OMS. Genève (Suisse). 156p.

Moisan J ., Relletier L., (2008). Guide de surveillance biologique basse sur les macroinvertébrés benthiques d'eau d'once du Québec. P4.8.10

Ramade F., (1993). Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Science Internatinal.Paris, 822 p.

Ramade F., (2005). Elément d'écologie Belgique. 293p.

Ramade F.,(2002). Dicionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement 2éme Ed .DUNOD. Paris.1075p.

Raven P.H., et al., (2009). Environnement, 6éme édition américaine, 563 -566p.

Rhumel l'état de licence, Centre Universitaire de Mila, Institut des Sciences et latechnologie, 60p.

Rodier J., (2009). Analyse de l'eau ; Eaux naturelles, Eaux résiduaires, Eau de mer. Ed. Dunod Paris, pour la 9re édition ,1526p.

Rodier J., Bazin C., Broutin J. P., Champsaur H. et Rodi L.,(2005). L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer. 8ème .Ed. DUNOD. Paris, 1383 pp.**Rodier J., (1984).**Analyse de l'eau: Eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. Ed. Dunod Bordas.Paris, 7eme ed, 1365p.

Sahli L., (2002). Evaluation de la contamination par le Cadmium, le Chlore, le Plomb et le Manganèse dans les sédiments, les macroinvertébrés et une plante aquatique (Roripanasturium) dans l'oued Rhumel et son affluent l'OeudBoumerzoug en zone urbaine. Mémoire de Magistère en Ecologie et Ecotoxicologie, Univ. Mentouri de Constantine. 126p.

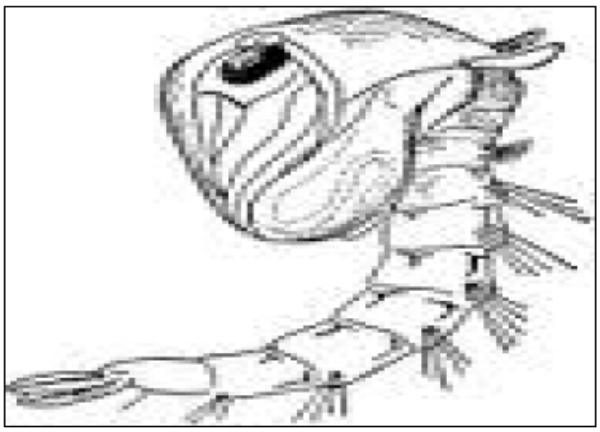
Verneaux et j.,et al.,(1982). Une nouvelle méthode pratique d'évaluationde la qualité des eaux courants. Un indice de Qualité générale (IBG).Ann . Sci.Univ .Franche. comté, Besançon, 4(3) ; 11-21pWater,EPA841-B-99-002, 11 chapitres, 4 annexes.

Willard N.H., Roback S.S.,(1974). Pollution ecology of Fresh water invertebrate's édition 1Wart, fr and Samuel L, H, London: 389p.

Woodcock T. S., et Huryn A.D.,(2007). The response of macroinvertebrate production to a pollution gradient in a headwater stream. Freshwater biology, 52:177-196p.

Les Annexes

Les diptères : Chironomida



Les mollusques :physa

Abstract

-The aim (objectif) of this work is to assess or evaluate the quality of the valley of the Rhumel water, which can be considered as an important water ways in the east of Algeria.

-The study is based on the measurement of physico-chemical factors (temperature, pH, electrical conductivity and dissolved oxygen in the water) with two ways to calculate the

Indicator biolologique (Tuffery and Verneaux, IBGN).

-The result obtained, quarterly temperatures, acidic pH and high electrical conductivity with an imbalance in the balance of equatic vertebrates system for the 2 studied phenomena with very bad water quality for the summit of valley and the situation is very critical at the botton and this is this result of organic pollution potential.

Key words: Valley Rhumel, pollution physico-chimiqual factors, a vital indicator, equatic invertebrates.

الملخص

الهدف من هدا العمل هو تقيم نوعية مياه واد الرمال الذي يعتبر مجرى مائي في الشرق الجزائري.

اعتمدت هده الدراسة على قياس العوامل الفيزيوكيميائية (درجة الحرارة,درجة الحموضة, الناقلية الكهربائية والأكسجين المذاب في الماء) , مع حساب المؤشر البيولوجي بطريقتين(Teffery وverneaux , IBGN)

النتائج المتحصل عليها: درجات الحرارة ا لفصلية ,حمضيpH والنا قلية الكهربائية المرتفعة. مع وجود خلل في توازن النظام اللافقاريات المائية بالنسبة لقمة الوادي و الحالة الجد حرجة لأسفل الوادي وهدا ناتج عن تلوث عضوي محتمل .

الكلمات المفتاحية : واد الرمال , التلوث, العوامل الفيزيو كيمائية , المؤشر الحيوي, اللافقاريات المائية .

Nom : -ATROUZ	Prénom :- FATIMA	Date de soutenance
-LEFILEF	-AMINA	28-05-2014

Titre :Evaluation de la qualité des eaux de l'oued Rhumel (paramètres physico- chimiques et biologiques).

LA nature de diplôme : Master 2 en écologieOption : Gestion et Fonctionnement desEcosystèmes Aquatiques et Forestiers

Résumé

L'objectif de notre travail consiste à l'évaluation de la qualité des eaux de l'oued Rhumel, un cours d'eau important de l'Est Algérien. Cette étude a portée sur la mesure des paramètres physico-chimiques (température, pH, Conductivité électrique et oxygène dissous) et le calcul de l'indice biotique par deux méthodes (Tuffery et Verneaux, l'IBGN).

Le long de l'oued avec deux stations (amont, aval).

Les résultats obtenus montrent, des températures saisonnières, un pH dégerment acidé, une conductivité électrique élevée……

Ainsi qu'une perturbation évidente de la faune macroinvertébré pour les deux stations, qui indique une qualité des eaux très mauvaise en amont et un état critique en aval, due probablement à une pollution organique.

Les Mots Clés : Oued Rhumel, pollution, paramètres physico-chimique, Indice biotique, macroinvertébrés.

Jury :

Président :Tabet Slimene	**Grade : Maitre assistant Classe « A »**
Examinatrice : Kherief N Saliha	**Grade : Maitre assistant Classe « A »**
Promoteur : Djeddi Hamssa	**Grade : Maitre assistant Classe « A »**

Année universitaire : 2013/2014